

# meteor

csillagászati évkönyv

2017



# METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2017





# **meteor** **csillagászati évkönyv** **2017**

Szerkesztette:  
Benkő József  
Mizser Attila

Magyar Csillagászati Egyesület  
[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)  
Budapest, 2016

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bagó Balázs  
Görgei Zoltán  
Kaposvári Zoltán  
Kernya János Gábor  
Kiss Áron Keve  
Kovács József  
Molnár Péter  
Sánta Gábor  
Sárneczky Krisztián  
Szabadi Péter  
Szabó M. Gyula  
Szabó Sándor  
Szöllősi Attila

A kalendárium csillagterképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

*www.ursaminor.hu*

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatóink mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják  
a Magyar Csillagászati Egyesületet.

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, *www.karman.hu*

Nyomtatás, kötészet: OOK-Press Kft., *www.ookpress.hu*

Felelős vezető: Szathmáry Attila

Terjedelem: 20,5 ív fekete-fehér + 12 oldal színes melléklet

2016. november

**ISSN 0866-2851**

# Tartalom

Bevezető .....	7
<b>Kalendárium</b> .....	13
<b>Cikkek</b>	
Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről .....	211
Szabados László: Planetáris ködök .....	225
Barna Barnabás, Nagy Andrea, Ordasi Tamás, Szalai Tamás, Vinkó József: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig – ötven éve fedezték fel az első pulzárokat .....	246
Balázs Lajos: Paál György és a kozmológia forradalma .....	262
<b>Beszámolók</b>	
Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2015. évi tevékenysége .....	289
Szabó Róbert, Kiss László: Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2015. évi tevékenysége .....	296
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2015-ben .....	307
Szatmáry Károly, Hegedüs Tibor: Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2015-ben .....	313
Szabó M. Gyula: Beszámoló az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium Multidiszciplináris Kutatóközpont 2015. évi tevékenységéről .....	320
Színes képmelléklet .....	192

### **A címlapon**

Az Aquarius csillagképben található Csiga-köd (NGC 7293) a hozzánk legközelebbi planetáris köd: mindössze 700 fényévre van a Földtől. Az egyre táguló köd jelenlegi kiterjedése 2,5 fényév. A tágulás mért üteme alapján a planetáris köd kora nagyjából 10 000 év. A színek a köd összetételére utalnak: a kép közepe környékén a kékes-zöldes fénylés a 120 000 K hőmérsékletű központi csillag által gerjesztett oxigénatomoktól származik, a kijebb látható vörös fény pedig a hidrogén és nitrogén atomjaitól. A hamisszínes képet az ESO és a Max Planck Társaság chilei 2,2 méteres távcsövére szerelt nagy látómezejű képalkotó kamerával (WFI) készített felvételekből állították össze. A kék, zöld, illetve vörös szűrőn át készített képek expozíciós ideje rendre 12, 9, illetve 7 perc volt. (Planetáris ködök című cikkünkhöz)

### **Az első belső borítón**

Részletes kép a Charonról (NASA, JPL, JHUAPL). (Első eredmények a Plútó rendszeréről című cikkünkhöz)

### **A hátsó fedélen**

Az MTA CSFK CSI felújított főépülete Pásztor János Sic itur ad astra című szobrával. (Kuli Zoltán felvétele)

## Bevezető

Átalakuló világunk válságjelenségei nem kímélik kiadványunkat sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árrések, késedelmes fizetés stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület célkitűzéseit. Legalább ekkora dicséret illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, egyszerűsítettől, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes kötettel jelentkezünk, melyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóit mellett a 2017-ben megfigyelhető égi jelenségek és érdekesebb látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

2017-ben emlékezünk meg Charles Messier francia csillagász halálának 200. évfordulójáról. Messier igen eredményes üstökös vadász volt, ugyanakkor egy mai napig népszerű katalógust is összeállított, amelyet előszeretettel használnak az amatőr csillagászok. A Kalendáriumban a megszo-kottnál több mélyég-ajánlat olvasható, melyek mindegyike egy-egy érdekes Messier-objektumot ismertet. A jubileumi év kiváló lehetőséget jelent észlelőhétvégek szervezésére épp úgy, mint a 110 objektumot tartalmazó lista végigészlelésére.

A (134340) Plútó törpebolygó iránt fokozott érdeklődés nyilvánul meg a New Horizons-szonda 2015-ös sikeres elhaladása óta. A történelmi látogatás tudományos eredményeiről nagyobb terjedelmű cikkben adunk áttekintést. A planetáris ködökről legutóbb bő négy évtizeddel ezelőtt közölt átfogó cikket a Csillagászati évkönyv, így különösen aktuális, hogy az égitesttípus kutatásával kapcsolatos újabb ismereteket megosszuk kötetünk olvasóival. A pulzárak ötven évvel ezelőtti felfedezése apropóján tekintjük át a különleges égitesttípus kutatásával kapcsolatos eredmé-

nyeket, a huszonöt évvel ezelőtt elhunyt Paál György kozmológiai munkásságát ugyancsak külön cikkben ismertetjük.

A 2017-es év további nevezetes csillagászati és űrkutatási évfordulóiról a Kalendáriumban emlékezünk meg.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagos ég jelenségei.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetárium-programokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület *Meteor* című lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegüknél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)) és hírportálján ([www.csillagaszat.hu](http://www.csillagaszat.hu)). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül most hármat ajánlunk: az Ursa Minort ([www.ursaminor.hu](http://www.ursaminor.hu)), a Stellariumot ([www.stellarium.org](http://www.stellarium.org)) és a Guide 8.0-t.

A 2017-es Csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkal hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghez, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: [meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az [eszlelesek.mcse.hu](http://eszlelesek.mcse.hu) található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagásztörténeti érdekességek is színesítik.

A **Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldalnyi táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat Közép-Európai Időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában

található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ( $\lambda = 15^\circ$ ) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a  $\lambda = 19^\circ$  földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó-Bíró: Magyar utónévkönyv című munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A nyári időszámítás kezdetét és végét egyaránt jelezzük a táblázat alján.

A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszélen található hónap-sorszám.

Az **eseménynaptárban** az időpontokat Világidőben (UT) adtuk meg.

A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpontban.

A Föld napközel- és naptávol-időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben.

A napéjegyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak.

A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva,  $-6$  fokos napmagasságra. Az előre jelzett jelenségeknél megadtuk a holdsarló korát, valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár perc pontossággal, a Föld középpontjából nézve.



A Hold földközeli- és földtávol-időpontjai perc pontosságúak, valamint meg vannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár perc pontossággal tartalmazza azokat az időpontokat is, amikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az időpontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Nappal perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérőit, fényességüket, továbbá azt a csillagképet is megadtuk, ahol épp tartózkodnak.

A 2017-es évben két napfogyatkozás következik be, melyek hazánkból nem figyelhetők meg. Mindkét jelenség adatai szerepelnek a Kalendáriumban.

2017-ben egy félárnyékos és egy részleges holdfogyatkozás következik be, a másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok. Hazánkból mindkét jelenség megfigyelhető, azonban fontos megjegyezni, hogy a félárnyékos holdfogyatkozások kevésbé látványosak.

A Hold látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva. Az év érdekes okkultációs eseményei lesznek az Aldebaran- és Hyadok-fedések, továbbá számos kisbolygó okkultációja is szerepel kalendáriumunkban.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két holdjelenség is lesz, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik. A Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei közül számos hazánkból is megfigyelhető lesz.

A Jupiter-holdaknál közölthöz hasonlóan mutatjuk be a legfényesebb Szaturnusz-holdak láthatóság ábráját.

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5 foknál közelebb kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szög távolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, azonban minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)).



# KALENDÁRIUM

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – január**

KÖZEI

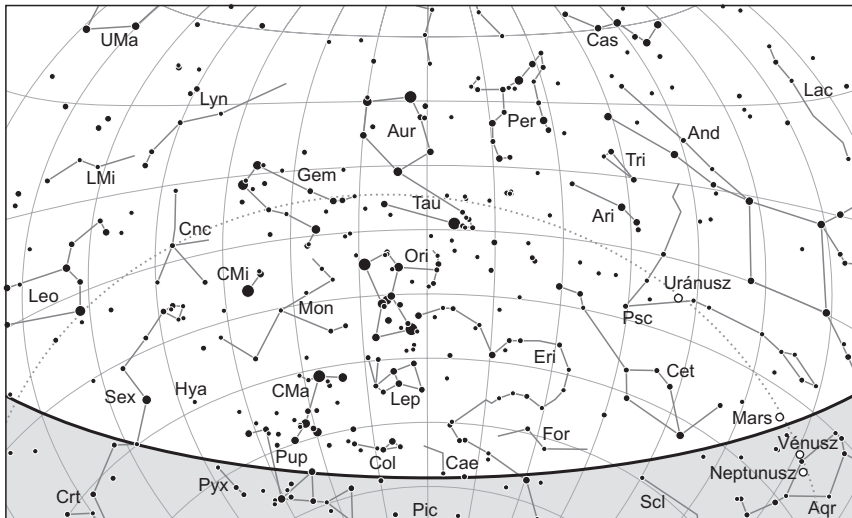
Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. v 1. 1. hét	7 31	11 47	16 04	19,6	-3,4	9 17	14 22	19 32	
2. h 2.	7 31	11 48	16 05	19,7	-3,9	9 51	15 11	20 38	
3. k 3.	7 31	11 48	16 06	19,8	-4,4	10 22	15 59	21 46	
4. sz 4.	7 31	11 49	16 07	19,9	-4,8	10 51	16 48	22 55	
5. cs 5.	7 31	11 49	16 08	20,0	-5,3	11 20	17 38	–	☉ 20 47
6. p 6.	7 30	11 50	16 09	20,1	-5,7	11 50	18 29	0 07	
7. sz 7.	7 30	11 50	16 10	20,2	-6,2	12 23	19 22	1 19	
8. v 8. 2. hét	7 30	11 50	16 11	20,4	-6,6	13 00	20 18	2 33	
9. h 9.	7 30	11 51	16 12	20,5	-7,0	13 43	21 17	3 46	
10. k 10.	7 29	11 51	16 14	20,6	-7,4	14 34	22 17	4 58	
11. sz 11.	7 29	11 52	16 15	20,8	-7,8	15 32	23 18	6 03	
12. cs 12.	7 28	11 52	16 16	21,0	-8,2	16 37	–	7 01	○ 12 34
13. p 13.	7 28	11 52	16 18	21,1	-8,6	17 46	0 17	7 51	
14. sz 14.	7 27	11 53	16 19	21,3	-9,0	18 56	1 14	8 32	
15. v 15. 3. hét	7 26	11 53	16 20	21,5	-9,3	20 04	2 07	9 07	
16. h 16.	7 26	11 53	16 22	21,7	-9,7	21 11	2 56	9 38	
17. k 17.	7 25	11 54	16 23	21,9	-10,0	22 16	3 43	10 05	
18. sz 18.	7 24	11 54	16 24	22,1	-10,3	23 18	4 28	10 32	
19. cs 19.	7 23	11 54	16 26	22,3	-10,6	–	5 12	10 57	☉ 23 13
20. p 20.	7 23	11 55	16 27	22,5	-10,9	0 19	5 55	11 24	
21. sz 21.	7 22	11 55	16 29	22,7	-11,2	1 19	6 39	11 52	
22. v 22. 4. hét	7 21	11 55	16 30	23,0	-11,5	2 18	7 24	12 24	
23. h 23.	7 20	11 56	16 32	23,2	-11,8	3 16	8 10	12 59	
24. k 24.	7 19	11 56	16 33	23,4	-12,0	4 12	8 57	13 40	
25. sz 25.	7 18	11 56	16 35	23,7	-12,3	5 04	9 46	14 27	
26. cs 26.	7 17	11 56	16 36	23,9	-12,5	5 53	10 36	15 20	
27. p 27.	7 16	11 56	16 38	24,2	-12,7	6 37	11 26	16 19	
28. sz 28.	7 14	11 57	16 39	24,4	-12,9	7 17	12 17	17 22	● 1 07
29. v 29. 5. hét	7 13	11 57	16 41	24,7	-13,1	7 53	13 07	18 28	
30. h 30.	7 12	11 57	16 42	25,0	-13,3	8 25	13 57	19 37	
31. k 31.	7 11	11 57	16 44	25,3	-13,4	8 55	14 46	20 47	

## január

1

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 755	6 43 21	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 457 756	6 47 18	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 457 757	6 51 14	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 457 758	6 55 11	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 457 759	6 59 07	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 457 760	7 03 04	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 457 761	7 07 00	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 457 762	7 10 57	Gyöngyvér, Virág
9.	2 457 763	7 14 53	Marcell
10.	2 457 764	7 18 50	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 457 765	7 22 47	Ágota, Agáta
12.	2 457 766	7 26 43	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 457 767	7 30 40	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 457 768	7 34 36	Bódog
15.	2 457 769	7 38 33	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 457 770	7 42 29	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 457 771	7 46 26	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 457 772	7 50 22	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 457 773	7 54 19	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 457 774	7 58 16	Fábián, Sebestyén, Szabasztján, Tímea
21.	2 457 775	8 02 12	Ágnes
22.	2 457 776	8 06 09	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 457 777	8 10 05	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 457 778	8 14 02	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 457 779	8 17 58	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 457 780	8 21 55	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 457 781	8 25 51	Angelika, Angéla, János
28.	2 457 782	8 29 48	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 457 783	8 33 45	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 457 784	8 37 41	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 457 785	8 41 38	Marcella, János, Lujza, Péter

14. A Julián-naptár szerinti újév napja



*A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** 1-jén háromnegyed órával kel a Nap előtt, már kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében. Láthatósága folyamatosan javul, 19-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $24,1^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával kel a Nap előtt. Ezután közeledik a Naphoz, láthatósága fokozatosan romlik. A hónap végén még mindig egy órával korábban kel, mint a Nap.

**Vénusz:** Az esti délnyugati égbolt ragyogó, fehér fényű égiteste. Ez idei legjobb esti láthatósága, 12-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $47,1^\circ$ -ra a Naptól. A hónap folyamán közel négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4,4^m$ -ról  $-4,7^m$ -ra, átmérője  $21,7''$ -ről  $30,4''$ -re nő, fázisa  $0,57$ -ről  $0,40$ -ra csökken.

**Mars:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő, majd 19-étől a Halak csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látható a délnyugati ég alján. Lassan halványodik, fényessége  $0,9^m$ -ról  $1,1^m$ -ra, látszó átmérője  $5,7''$ -ről  $5,1''$ -re csökken.

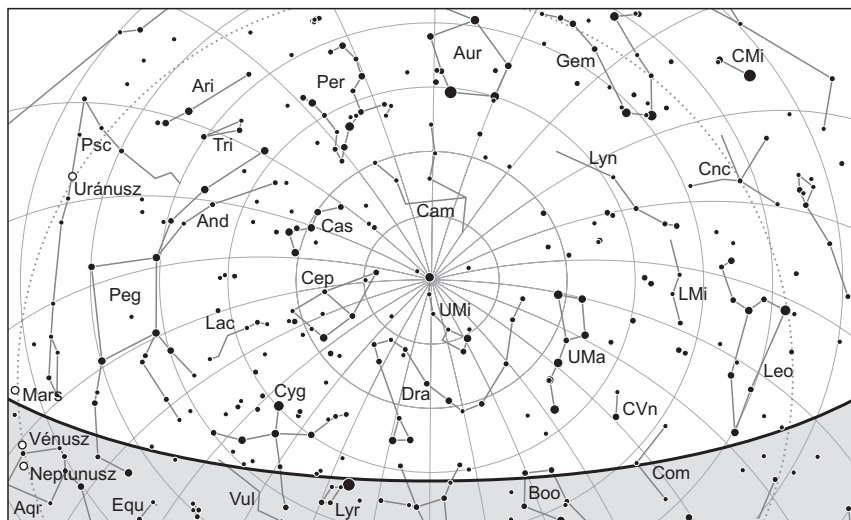
**Jupiter:** A Szűz csillagkép közepén végzi előretartó, a hónap közepétől fokozatosan lassuló mozgását. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható mint ragyogó fényű égitest. Fényessége  $-2,0^m$ , átmérője  $37''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $15''$ -ről  $16''$ -re nő.

**Uránusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben, éjfél körül nyugszik. Előretartó mozgása egyre gyorsabbá válik.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.





Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

01.01.	1:05	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
01.01.	3:48	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
01.01.	6:32	az év legkésőbb bekövetkező napkeltéje helyi időben
01.01.	16:18	a Mars és a Neptunusz 17,2'-es közelsége az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.01.	23:06	a Hold minimális librációja ( $l = -5,66^\circ$ , $b = -1,25^\circ$ , 13,2%-os, növekvő holdfázis)
01.02.	15:40	a Vénusz $3,4^\circ$ -kal délnyugatra látható a 18,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.02.	16:19	a Vénusz, a Mars és a holdsarló együttállása az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.03.	14:00	A Quadrantidák meteorraj maximuma (ZHR = 120) a nappali órákra esik. A felszálló ágat a holdfénytől mentes hajnali órákban észlelhetjük.
01.03.	15:41	a Mars $4,4^\circ$ -kal nyugatra látható a 27,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.03.	18:00	a C/2015 V2 (Johnson)-üstökös $22'$ -cel délre látható a 33 Bootistól ( $5,4^m$ ) az esti szürkületben
01.04.	14:18	a Föld napközben (0,983309 CSE-re)
01.04.	16:21	a Vénusztól $23,2'$ -cel északnyugatra látható a 40 Aqr ( $6,9^m$ ) az esti szürkületben

**Dátum Időpont Esemény**

01.04.	16:29	a Hold mögül kilép a 29 Piscium (5,1 <sup>m</sup> , 37%-os, növekvő holdfázis)
01.04.	19:27	a 39,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1' 39"-cel délkeletre látható a 4 Cet (6,4 <sup>m</sup> )
01.04.	19:33	a Hold mögé belép az 5 Ceti (6,2 <sup>m</sup> , 38%-os, növekvő holdfázis)
01.04.	19:47	a Hold súrolva fedi az 5 Cetit a déli pereme mentén (6,2 <sup>m</sup> , 38%-os, növekvő holdfázis)
01.05.	19:47	első negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 31' 59")
01.05.	21:06	a (102) Miriam kisbolygó (13,0 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-530-010436-ot (12,3 <sup>m</sup> ) a Bika csillagképben
01.06.	16:23	a Marstól 12' 33"-cel délnyugatra látható a 81 Aqr (6,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.07.	12:50	a Hold maximális librációja (l = -3,49°, b = +6,05°, 69,1%-os, növekvő holdfázis)
01.07.	15:45	a Marstól 22,6'-cel északnyugatra látható a 82 Aqr (6,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.07.	16:02	a Hold mögé belép a $\mu$ Ceti (4,3 <sup>m</sup> , 71%-os, növekvő holdfázis), kilépés 17:04 UT-kor
01.07.	16:27	a Vénusztól 26,9'-cel délre látható az 54 Aqr (7,0 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.08.	15:46	a Vénusztól 21,9'-cel délre látható a $\sigma$ Aqr (4,8 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.09.	5:55	a Merkúr és a Szaturnusz 6,8°-os közelsége a hajnali szürkületben a Nyilas/Kigyótartó csillagképekben
01.10.	6:10	a Hold földközeli (földtávolság 363 262 km, látszó átmérő: 32' 53,7", 92,9%-os, növekvő holdfázis)
01.10.	17:21	a 95,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 2' 56"-cel délre látható a 130 Tau (5,5 <sup>m</sup> )
01.11.	9:30	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18° 56'-nél (98%-os, növekvő holdfázis)
01.11.	16:28	a Marstól 24,9'-cel délre látható a $\phi$ Aqr (4,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.12.	11:34	telehold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 32' 34")
01.12.	13:18	a Vénusz legnagyobb keleti elongációja (47,1°, -4,5 <sup>m</sup> , 24,6" átmérő, 51% fázis, Vízöntő csillagkép)
01.12.	15:51	a Vénusz és a Neptunusz 25,3'-es közelsége az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.12.	19:15	a Hold minimális librációja (l = +4,49°, b = +4,05°, 99,8%-os, csökkenő holdfázis)
01.12.	21:55	a Hold súrolva fedi a 3 Cancrit az északi pereme mentén (5,6 <sup>m</sup> , 99%-os, csökkenő holdfázis)
01.13.	5:54	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 8,1°, 0,0 <sup>m</sup> , fázisa 48%
01.13.	15:52	a Marstól 11' 49"-cel délnyugatra látható a 96 Aqr (5,6 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.13.	22:15	a Merkúr dichotómiája (23,2°-os nyugati elongáció, 7,4" látszó átmérő)
01.14.	13:44	a Vénusz dichotómiája (47,1°-os keleti elongáció, 25,1" látszó átmérő)

**Dátum Időpont Esemény**

01.14.	16:32	a Vénusztól 4' 26"-cel délre látható a $\lambda$ Aqr (3,7 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.14.	19:56	a Hold mögül kilép a 21 Leonis (6,9 <sup>m</sup> , 93%-os, csökkenő holdfázis)
01.15.	4:21	a 91,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1,3°-kal északra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 <sup>m</sup> )
01.15.	16:33	a Vénusztól 26,0'-cel délnyugatra látható a 78 Aqr (6,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.17.	22:36	a (4) Vesta kisbolygó oppozícióban (6,2 <sup>m</sup> , Rák csillagkép)
01.19.	5:19	a Jupiter, a Hold és a Spica együttállása a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
01.19.	5:50	a Jupiter 1,9°-kal délre látható az 56,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
01.19.	9:43	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (24,1°, -0,2 <sup>m</sup> , 6,7" átmérő, 63% fázis, Nyilas csillagkép)
01.19.	20:56	a (3134) Kostinsky kisbolygó (15,8 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-553-013164-et (10,2 <sup>m</sup> ) a Bika csillagképben
01.19.	22:13	utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29' 43")
01.21.	3:06	a Hold mögül kilép a 13 Librae (5,8 <sup>m</sup> , 38%-os, csökkenő holdfázis)
01.22.	0:17	a Hold földtávolban (földtávolság 404 876 km, látszó átmérő: 29' 30,8", 30,8%-os, csökkenő holdfázis)
01.22.	6:15	a Callisto (Jupiter-hold) 5"-cel elhalad a Jupiter déli pólusa mellett
01.23.	7:40	a Hold maximális librációja ( $l = -0,86^\circ$ , $b = -6,72^\circ$ , 20,2%-os, csökkenő holdfázis)
01.24.	4:32	a 13,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól 52'-cel nyugatra látható az M9 gömbhalmaz (7,9 <sup>m</sup> ) a Kígyótartó csillagképben
01.24.	5:46	a Szaturnusz 3,6°-kal délkeletre látható a 13,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
01.25.	12:02	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18° 54'-nél (6,4%-os, csökkenő holdfázis)
01.25.	16:46	a Vénusztól 28,8'-cel északra látható a 11 Psc (6,4 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.26.	4:30	a (15) Eunomia (9,5 <sup>m</sup> ) és a (386) Siegena (12,2 <sup>m</sup> ) kisbolygók 24,3'-es közelsége a Szextáns csillagképben
01.26.	5:44	a Merkúr 4,2°-kal délnyugatra látható a 3,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
01.27.	16:48	a Vénusztól 25,8'-cel nyugatra látható a 14 Psc (5,9 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
01.28.	0:07	újhold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 30' 40")
01.28.	16:13	16 óra 6 perces holdsarló 0,9° magasan az esti égen (a Vénusztól 39°-kal délnyugatra, a Marstól 44°-kal nyugatra)
01.30.	3:26	a Hold minimális librációja ( $l = -4,96^\circ$ , $b = +0,29^\circ$ , 5,0%-os, növekvő holdfázis)
01.30.	16:53	a Neptunusz 2,4°-kal nyugatra látható a 7,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.31.	5:02	a Szaturnusztól 1' 32"-cel délnyugatra látható az 52 Oph (6,5 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben

**Dátum Időpont Esemény**

- 01.31. 16:54 a Vénusz, a Mars és a holdsarló együttállása az esti szürkületben a Halak csillagképben
- 01.31. 19:11 a Mars 5,5°-kal északkeletre, a Vénusz 4,4°-kal északra látható a 15,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak/Vízöntő csillagképekben

**A Merkúr téli hajnali láthatósága**

A bolygó közepesen kedvező hajnali láthatóságát figyelhetjük meg az év első hónapjában. Bár a maximális nyugati elongáció jelentős ( $24,1^\circ$ ), az ekliptika horizonthoz való hajlásszöge csökken a hónap során. Január 5-én izgalmas feladat megpillantani az 1,1 magnitúdós, 9,1" átmérőjű, 0,19 fázisú bolygót (CM =  $234^\circ$ ), amely egy és negyed órával kel a Nap előtt. A gyorsan hízó sarló dichotómiája január 14-én következik be 0,0 magnitúdó fényesség, 7,4"-es átmérő és 0,51 fázis mellett (CM =  $288^\circ$ ). A bolygó ekkor közel egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt, napkeltekor  $12^\circ$ -kal jár a horizont fölött, szabad szemmel is jól megfigyelhető. A telő fázisú, bár alig fényesedő bolygó hó végéig észlelhető: január 28-án  $-0,2$  magnitúdó fényességű és 5,8" átmérőjű lesz 0,77 fázis mellett (CM =  $358^\circ$ ). A bolygó ekkor bő egy órával kel a Nap előtt, napkeltekor még  $10^\circ$  magasan van a horizont fölött.

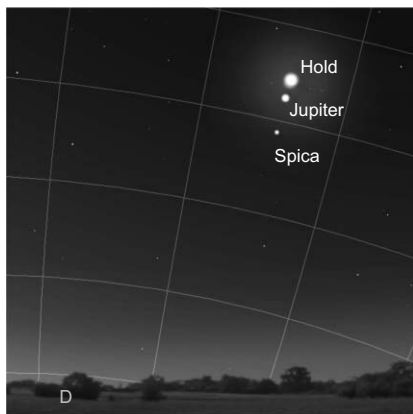
**Vénusz-dichotómia és tündöklő esti láthatóság**

Január folyamán a dichotómiába és maximális keleti kitérésbe érő bolygó igézően tündököl az esti égbolton. 12-én kerül a legnagyobb keleti kitérésbe,  $47,1^\circ$ -ra a Naptól. Dichotómiája 14-én következik be  $-4,4$  magnitúdó, 25" és 0,50 fázis mellett. Ekkor három és negyed órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor még  $31^\circ$ -kal tartózkodik a horizont fölött. A Schröter-effektus miatt a dichotómia a jelzettnél korábbra várható. Ha lehetőség adódik, érdemes január elejétől figyelni a bolygó fázisát. A fázisbecslést alkonyati vagy esti égen végezzük, hogy a terminátor menti leghalványabb régiók is előbukkanjanak az égi háttérből. Próbálkozzunk infravörös, sötét égen pedig ultraibolya szűrős felvételekkel is, amelyeken a felhőzet mintázatát örökíthetjük meg.

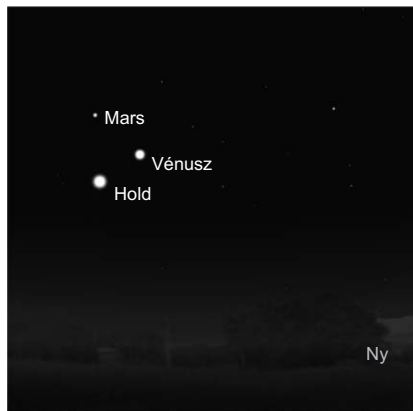


*A Vénusz bolygó Molnár Péter felvételén. A 2015. június 15-én 17:16 UT-kor készített felvételen a bolygó esti kitérésének dichotómia utáni fázisa látható. A világos pólussapkák fénylenek.*

## Januári együttállások



A Hold, a Jupiter és a Spica szinte „tört” formát január 19-én hajnalban az égen



A Mars, Vénusz és a Hold triója január 31-én az esti égbolton

A január különösen gazdag lesz bolygó-együttállásokban.

Január 2-án és 3-án este (17:30 UT körül) a Vénusz, a Hold és a Mars együttállásait csodálhatjuk meg. 2-án a 19%-os Hold a Vénusz és a Mars között lesz található, míg másnap a Mars mellett kereshetjük a 28%-ban megvilágított égi kísérőnket.

15-én hajnalban (05:30 UT) a 91%-os fogyó Hold és a Regulus ( $\alpha$  Leo) szoros, látványos közelsége figyelhető meg. A holdperem és a csillag távolsága csupán  $1,35^\circ$ , kísérőnk déli peremétől  $5,5'$ -re a 4,6 magnitúdós 31 Leo-t is könnyen megfigyelhetjük.

Január 19-én hajnalban (05:30 UT) az 57%-os fogyó Hold, a Jupiter és a Spica rendkívül látványos együttállása következik be. A három égitest rektaszencenziója gyakorlatilag azonos lesz, északon a Hold, alatta a Jupiter, majd a Spica látható legdélebbre. A három eltérő fényességű égitest látványos „égi tört” formáz. Érdekes korán kelni ezen a hajnalon.

Január 24-én hajnalban a Szaturnusz és a Hold párosa figyelhető meg a délkeleti ég alján, körülbelül  $15^\circ$  magasan. A 13%-os holdsarló peremétől délkelet (vagyis a horizont) felé körülbelül  $3,2^\circ$  távolságra találjuk a gyűrűs bolygót.

A hónap utolsó napja is tartogat látni-valót. 31-én napnyugta után a Hold, a Vénusz és a Mars alkot szép háromszöget az égbolton, amely eleinte derékszögű, majd inkább egyenlő szárúvá válik. A jelenség magasan a horizont felett észlelhető, órákon keresztül figyelhetjük a horizont felé közeledő három égitestet.

## Messier 1: szupernóva-maradvány a Taurusban

Az objektum népszerű elnevezése (Rák-köd) Lord Rosse-tól származik, aki 1,5 m-es távcsövével először vette észre különös, szálas szerkezetét. A filamentek egy rák lábaira emlékeztették, de kellő fantáziával egy ananász vagy díszhal sziluettje is felismerhető benne.

Az M1 a Messier-lista talán legérdekesebb objektuma. Az egyetlen szupernóva-ma-radvány a 110 égitest között, amelyet rendkívüli tulajdonságai miatt csillagászok generációi tanulmányoztak a lehető legalaposabban. Ismerjük keletkezési idejét: Kr. u. 1054-ben kínai csillagászok a Bika alsó szarva felett „vendégcsillagot” vettek észre, amit 653 napon át szabad szemmel tudtak követni, amíg az éjszakai égen el nem tűnt szemük elől (fényessége körülbelül 6 magnitúdó alá csökkent). Ez a jelenség egy szupernóva volt, vagyis egy nagy tömegű csillag robbanása, amely elpusztította a csillag külső részét, és a szétszóródó gázokból jött létre a ma is látható köd. A szupernóva látszó fényességét mutatja, hogy 23 napig a nappali égen is látszott pusztá szemmel, azaz fényessége  $-4$  magnitúdó felett volt. A csillag magja neutroncsillaggá (pulzár) omlott össze, amely másodpercenként 30-szor fordul körbe (látszó fényessége 16 magnitúdó). A sebes pörgés erős mágneses teret gerjeszt, ez felelős – az úgynevezett szinkrotronmechanizmus révén – a köd fénykibocsátásáért. A köd minden hullámhosszon energiát sugároz, legerősebben a rádiótartományban, ebben a Napot is túlragyogja, így az ég legfényesebb rádióforrása. A gyorsan pörgő neutroncsillag rádiósugárzása a forgási periódusnak megfelelően másodpercenként 30-szor változik. A csillag felrobbanása után visszamaradt gázfelhőt csak majdnem 700 esztendővel a robbanás után látta először emberi szem (John Bevis, 1731 körül), és 702 évvel a csillag „eltűnése” (1056) után fedezte fel Charles Messier is. Ez a felfedezés, bár nem az első volt, mégis figyelemre méltó, hiszen arra indította az üstökösvadászt, hogy további ködfoltok után kutasson, megteremtve ezzel a Naprendszeren kívüli objektumok vizsgálatának alapjait. Más szempontból is figyelemre méltó Messier észlelése. Mivel azt írja, a köd lángnyelv alakú, jelzi, hogy képes volt megkülönböztetni alakját az oválistól.



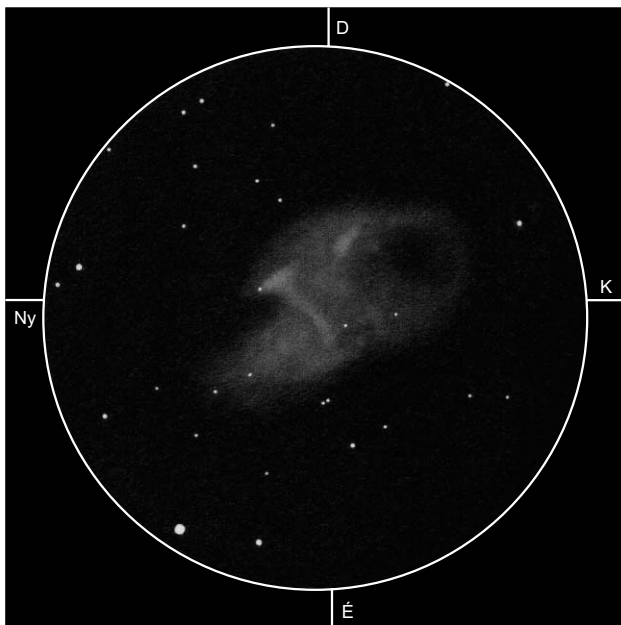
*Az M1 Borovszky Péter felvételén*

Az M1 felületi fényessége 12 magnitúdó/négyzetívperc, ami a gázködök átlagánál jóval magasabb, és számos galaxis is felülmúl e téren. Így szokványos, városszéli égen egy 8 cm-es lencsés távcső szépen mutatja. Tiszta és sötét vidéki égbolton könnyű látvány 10×50-es binokulárral. Vizuális fényességbecslések 8,5 és 9,1 magnitúdó közötti értékeket adtak eredményül, így jó kompromisszumként fogadhatjuk el a 8,8 magnitúdót. A ködöcske vizuális kiterjedése  $6' \times 4'$ .

8 cm-es apokromáttal közepesen fényes égitest, amely a nagyítást elég jól bírja. Kis nagyítással is látszik szokatlan alakja, és 67-szeres nagyítással már a fényképekről ismert részletek is kezdenek felsejleni. Széle gyengén, de határozottan egyenetlen. Felülete még nem mutat filamenteket, de határozottan foltos megjelenésű, igaz, a kontraszt gyengesége miatt nehéz ezeket pontosan behatárolni. 4-5 csomó uralja a kissé szögletes belső területet, ahol centrális sűrűsödésnek nyoma sincs.

Elfordított látással jól megfigyelhető egy sötét beharapás a köd északnyugati sarkán. Az ellentétes végpontban egy DK felé mutató kisebb kinyúlás vehető észre kirtartó koncentráció után. Mallas és Kreimer *A Messier-albumban* a leírtakhoz nagyon hasonlóan ábrázolják, bár a felület rögzössége és a beharapás nem igazán kifejezett. 13 cm-es távcsőben 80-szoros nagyítás körül határozottan kirajzolódik a köd szakadozott széle, és felszínén meghatározhatatlanul finom foltok, szálak és halvány előtér-csillagok tűnnek fel. Első nagyítávcsőves észlelője, Lord Rosse épp a rávetülő halvány csillagok miatt gondolta azt, hogy kellően nagy műszer birtokában az M1 csillagokra bontható.

30 cm-es tükrös távcsővel, 48-szoros nagyítást alkalmazva már aprólékosan tanulmányozható az ezüstös árnyalatú, magas felületi fényességű ködfolt. A fényképeken leginkább vattapamacsra hasonlító égitestet filamentek rendszere hálózza be, ezek megpillantásához nagyobb nagyítás szükséges. 218-szorossal alakja már amőbaszerű, felszíne foltos-márványozott. Nyugat-délnyugati szélénél markánsabb folt képében apró filament pillantható meg, ennek csúcsánál csillag pislákol, mellette sötét öblösödés helyezkedik el. Egy másik filament a köd felületét keresztezi, míg egy harmadik, rövidebb a déli oldalon magányosan árválkodik. Újabb izgalmas részlet egy sötét lyuk, amely a Rák-köd délkeleti oldalába ágyazódik. OIII szűrőn keresztül szemlélve az egész ködösség némileg elhalványul, ekkor viszont a filamentek hangsúlyosabbá válnak.



Kernya János Gábor rajza az M1-ről (30 T, 218×, 12')



## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** Távoli, csillagszerű objektumként fedezték fel a Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) nevű program Hawaii-szigeteken felállított 1,8 méteres távcsövének 2015. március 14-i felvételein. A 20,7 magnitúdós égitest ekkor még 8,4 CSE-re járt a Naptól, de a januárig visszamenően talált archív felvételek hamar megmutatták, hogy 2017. május 9-én meglehetősen közel kerül csillagunkhoz, perihéliumtávolsága 1,042 CSE. Ezek alapján várható volt, hogy előbb-utóbb üstökösaktivitása is beindul, de ezt csak konjunkciója után, 2015 decemberében sikerült detektálni. A vártnál 2 magnitúdóval fényesebb égitest a környező csillagokhoz képest kicsit nagyobb és elmosódott peremű volt.

Ezek alapján már egészen fényes üstökösre számíthatunk, sajnos nem túl jó láthatósággal, pedig elméletben 0,1 CSE-re is megközelíthetné bolygónkat. Sajnos 1,18 CSE-nél nem kerül közelebb, de a számítások szerint így is 7 magnitúdóig fog fényesedni. Reménykedhetünk, hogy talán valami komolyabb látványban is részünk lehet, mert az üstökös nem először kerül napközelsbe, 19 ezer éve járhatott itt legutóbb. Ezek az üstökösök pedig csak napközelsben fényesednek ki jelentősen, nem is szokták ilyen korán felfedezni őket. Ezek alapján a C/2015 ER61 magja akár szokatlanul nagy is lehet, amely 2,5 CSE-nél közelebb érve fog igazán aktivizálódni.

C/2015 ER61 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
01.01.	15 06 40	-19 50 18	2,716	2,229	51	12,2
01.11.	15 29 53	-21 05 05	2,507	2,110	55	11,7
01.21.	15 55 23	-22 11 54	2,300	1,991	60	11,3
01.31.	16 23 36	-23 06 39	2,099	1,873	63	10,8
02.10.	16 55 02	-23 43 27	1,906	1,755	66	10,3
02.20.	17 30 11	-23 54 09	1,727	1,639	68	9,8
03.02.	18 09 27	-23 28 00	1,565	1,526	69	9,3
03.12.	18 52 53	-22 12 16	1,426	1,418	69	8,8
03.22.	19 40 00	-19 55 04	1,314	1,317	68	8,3
04.01.	20 29 35	-16 30 52	1,235	1,226	66	7,8
04.11.	21 19 52	-12 06 37	1,189	1,149	63	7,5
04.21.	22 09 02	-07 03 08	1,179	1,090	59	7,2
05.01.	22 55 43	-01 48 47	1,199	1,053	56	7,1
05.11.	23 39 09	+03 10 34	1,242	1,042	54	7,2
05.21.	00 19 05	+07 38 15	1,301	1,059	53	7,3
05.31.	00 55 31	+11 26 52	1,368	1,100	53	7,6
06.10.	01 28 31	+14 35 30	1,436	1,163	53	7,9
06.20.	01 58 13	+17 07 10	1,500	1,244	55	8,3
06.30.	02 24 40	+19 06 18	1,557	1,338	58	8,7
07.10.	02 47 57	+20 37 34	1,603	1,440	62	9,1
07.20.	03 08 04	+21 45 32	1,639	1,550	67	9,5
07.30.	03 24 59	+22 34 00	1,663	1,663	72	9,8
08.09.	03 38 38	+23 06 01	1,676	1,779	79	10,1

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
08.19.	03 48 55	+23 24 06	1,680	1,897	86	10,4
08.29.	03 55 40	+23 29 46	1,677	2,016	94	10,7
09.08.	03 58 46	+23 23 55	1,670	2,135	103	10,9
09.18.	03 58 11	+23 06 51	1,664	2,253	113	11,1
09.28.	03 54 01	+22 38 19	1,665	2,372	124	11,4
10.08.	03 46 41	+21 58 21	1,678	2,489	135	11,6
10.18.	03 36 55	+21 07 53	1,710	2,606	148	11,8
10.28.	03 25 44	+20 09 22	1,766	2,722	160	12,1
11.07.	03 14 22	+19 07 12	1,851	2,837	173	12,4
11.17.	03 03 53	+18 06 36	1,966	2,951	174	12,7
11.27.	02 55 09	+17 12 32	2,112	3,064	162	13,0

Bárhogyan alakul is, ahhoz biztosan elegendő lesz az aktivitása, hogy egy közepes méretű távcsővel szinte egész évben látni lehessen, így szokatlanul hosszú, bár az év első felében nem igazán kedvező láthatóság elé nézünk. A kisbolygóöv belső szélénél közeledő, várhatóan 12–11 magnitúdó között fényesedő üstököst januárban végig a hajnali égen lesz a Libra, a Scorpis majd az Ophiuchus csillagképekben. A csillagászati szűrőklet kezdetén 15° magasra jut, így észleléséhez tiszta idő és jó horizont szükséges.

A Tejút közelsége miatt megtalálását fényes csillagok segítik, és két látványos együttállása is lesz. Előbb 6-án hajnalban fél fokkal északra láthatjuk a 8,5 magnitúdós NGC 5897 gömbhalmaztól, míg 29-én negyed fokkal keletre mutatkozik az M80-tól. Az óceániai térségben élő szerencsésebbek fél nappal korábban a híres gömbhalmaz pereméhez tapadva figyelhetik meg. Megtálását 3-án hajnalban a tőle 22'-cel északra látszó 4,6 magnitúdós  $\iota^1$  Librae segíti, majd 23-án 18'-cel északkeletre lesz a 2,3 magnitúdós  $\delta$  Scorpiitól.

**C/2015 V2 (Johnson).** Az üstököst Jess Johnson, a Catalina Sky Survey operátora fedezte fel a program 68 cm-es Schmidt-teleszkópjának 2015. november 3-i felvételein. Az Oort-felhőből érkező, 6,5 CSE-re járó üstökös nagy távolságához képest meglepően fényes, 17,1 magnitúdós volt. Június 12-én 1,638 CSE-re megközelíti csillagunkat, s mivel ekkoriban szembenállás körül lesz, nagy abszolút fényességének köszönhetően látszó fényessége elérheti a 6-7 magnitúdót. Ebben a hónapban azonban még csak 11 és 10 magnitúdó között fog fényesedni a Bootesban kelet felé mozgó, végig +44°-os deklináció mentén mozgó égitest. A csillag- és galaxisszegény területen látszó vándort a hajnali égen kereshetjük, 3-án délnyugatra, 4-én pedig délkeletre lesz 25'-re az 5,4 magnitúdós 33 Bootistól.

## C/2015 V2 (Johnson)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
01.01.	14 33 06	+44 01 54	2,479	2,642	89	11,2
01.11.	14 54 03	+44 04 41	2,335	2,550	91	10,9
01.21.	15 14 09	+44 15 31	2,197	2,460	93	10,6
01.31.	15 33 03	+44 34 30	2,064	2,371	96	10,3
02.10.	15 50 18	+45 00 53	1,936	2,284	97	10,0
02.20.	16 05 27	+45 33 23	1,813	2,199	99	9,7

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
03.02.	16 17 52	+46 10 05	1,692	2,118	101	9,4
03.12.	16 26 51	+46 47 06	1,572	2,040	103	9,1
03.22.	16 31 37	+47 18 47	1,455	1,966	105	8,8
04.01.	16 31 16	+47 36 04	1,338	1,898	108	8,4
04.11.	16 24 58	+47 23 59	1,224	1,836	111	8,1
04.21.	16 12 19	+46 21 00	1,114	1,780	114	7,7
05.01.	15 53 41	+43 56 44	1,011	1,732	118	7,4
05.11.	15 31 01	+39 35 27	0,922	1,694	122	7,1
05.21.	15 07 24	+32 49 40	0,854	1,664	126	6,9
05.31.	14 46 09	+23 39 39	0,816	1,645	128	6,7
06.10.	14 29 39	+12 51 46	0,816	1,637	126	6,7
06.20.	14 18 45	+01 45 28	0,858	1,640	122	6,8
06.30.	14 13 22	-08 28 44	0,936	1,654	116	7,0
07.10.	14 12 59	-17 16 46	1,044	1,679	109	7,3
07.20.	14 16 55	-24 36 35	1,173	1,713	103	7,7
07.30.	14 24 39	-30 40 56	1,317	1,757	97	8,0

**2P/Encke.** A második legrégebben ismert periodikus üstökös 1786 és 1818 között négyszer is felfedezték, mire Johann Franz Encke rájött, hogy ugyanazon, nagyon rövid (3,3 év) keringési idejű üstökösről van szó, amelyet számításai alapján 1822-ben ismét megtaláltak. Azóta egyetlen visszatérését sem tévesztették szem elől a csillagászok, 4,8 km-es magja naptávolban is könnyű célpont a mai távcsöveknek. A több mint két évszázadot felölő megfigyelések egyértelműen mutatják az üstökös halványodását: a felfedezés környékén még 3,5 magnitúdós maximális fényességet is elért, manapság viszont nem fényesedik 6 magnitúdó fölé.

#### 2P/Encke

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
01.16.	23 16 10	+04 56 26	1,381	1,173	57	13,2
01.21.	23 22 07	+05 20 52	1,354	1,095	53	12,7
01.26.	23 28 36	+05 48 21	1,319	1,014	50	12,3
01.31.	23 35 35	+06 17 51	1,276	0,930	46	11,8
02.05.	23 42 56	+06 47 43	1,223	0,843	43	11,1
02.10.	23 50 30	+07 15 02	1,160	0,754	40	10,4
02.15.	23 57 56	+07 34 39	1,085	0,662	37	9,5
02.20.	00 04 29	+07 36 40	0,998	0,570	33	8,4
02.25.	00 08 35	+07 00 59	0,899	0,480	29	7,2

Az üstökös ideje, 64. visszatérése a kedvezőtlenebbek közül való, észleléshez kedvező elongációban állva nem kerül 0,8 CSE-nél közelebb hozzánk. Ennek ellenére március 10-i napközelsége előtt egészen jó helyzetben láthatjuk az esti égen. Januárban azonban még csak nagyobb távcsövekkel lesz elérhető a rendkívüli ütemben, 14 és 11 magnitúdó között fényesedő vándor. A Pisces csillagkép nyugati részén, az ekliptikával párhuz-

mosan kelet felé mozgó üstökös 2-a és 4-e között fél fokban közelebb látszik észak felől a 4,5 magnitúdós  $\beta$  Pisciumhoz, 14-én este 19'-cel északra látható a 12 magnitúdós NGC 7541 galaxistól, 19-én 9 ípperccel délre kereshető az 5,1 magnitúdós 7 Pisciumtól, míg 25-én 36'-cel délre halad el a 4,3 magnitúdós  $\theta$  Pisciumtól.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcó	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
1 1	17	11	17	be	3149 NSV 25615	6,9	11 +	11	69 É	50	+0,5	-0,2
1 1	17	49	9	be	3152	6,6	11 +	6	20 D	141	+1,9	-5,4
1 2	17	34	14	be	3282	7,8	18 +	17	61 D	98	+1,2	-1,6
1 4	16	29	28	ki	3535 29 Psc	5,1	37 +	39	-67 D	224	+1,2	+1,0
1 4	19	33	20	be	13 5 Ceti	6,2	38 +	21	22 D	135	+1,7	-5,2
1 4	19	40	38	be	15	7,1	38 +	20	70 D	87	+0,8	-1,3
1 5	17	33	19	be	128	7,0	49 +	43	55 D	102	+2,0	-1,0
1 5	17	48	48	be	109557	8,0	49 +	43	63 É	41	+1,1	+1,0
1 5	20	20	30	be	109613	7,6	50 +	26	72 É	50	+0,7	+0,0
1 7	17	3	34	ki	405 $\mu$ Ceti	4,3	71 +	49	-57 D	217	+1,0	+2,1
1 9	18	38	44	be	94138	7,6	90 +	53	60 D	106	+1,6	+0,2
1 9	21	33	6	be	94187	7,2	90 +	56	90 D	76	+1,5	+0,0
1 9	23	17	20	be	741	5,5	91 +	43	82 É	68	+1,2	-0,4
1 10	17	36	54	be	94874	7,3	96 +	38	66 É	52	+0,5	+2,2
1 10	19	10	56	be	94927	7,0	96 +	52	34 É	21	+0,5	+4,4
1 10	19	49	40	be	94961	7,6	96 +	56	66 D	101	+1,5	+0,3
1 12	21	58	45	ki	1207 3 Cnc	5,6	100 -	56	39 É	2	+9,9	+9,9
1 13	4	44	12	ki	1238	6,0	99 -	19	81 É	313	-0,1	-2,1
1 14	3	25	54	ki	98380 NSV 18139	7,3	96 -	39	78 D	281	+0,9	-1,5
1 14	19	56	8	ki	1448 21 Leo	6,9	93 -	18	85 É	297	+0,4	+0,6
1 18	3	57	2	ki	1802	7,1	67 -	41	42 D	245	+2,6	+0,9
1 20	2	53	36	ki	2020 94 Vir	6,5	48 -	28	44 D	243	+2,3	+2,4
1 21	3	6	24	ki	2128 13 Lib	5,8	38 -	22	4 É	14	-3,2	-9,6
1 22	4	53	60	ki	2245	6,3	29 -	25	62 É	313	+1,2	-0,4

### Évforduló

#### 150 éve született Mary Orr Evershed

Mary Ackworth Orr Evershed (Plymouth Hoe, 1867. január 1. – Ewhurst, 1949. október 25.) angol napfizikus és csillagásztörténész korán árvaságra jutott, iskoláit magánúton végezte. Fiatalkorában Angliában, majd Firenzében, végül 5 éven át Sydneyben élt. A csillagászat felé vivő meghatározó fordulat Ausztráliában érte, itt ismerkedett meg az üstökösfelfedező John Tebbutt-tal, és itt kezdte meg maga is csillagászati megfigyeléseit.



John Evershed, Mary Evershed és E. G. Morley  
1915-ben

Hazatérése után Londonban folytatta megfigyeléseit: 7,6 cm-es távcsövével ket-tős és változócsillagok megfigyelésébe fogott, és a Brit Csillagászati Társaság (BAA) aktív tagja lett. Mivel férje, a szintén csillagász *John Evershed* ott kapott állást, 1906-ban Indiába költözött, ahol 1923-ig, második hazaköltözéséig folytat-hatta csillagászati megfigyeléseit. Ekkor-tájt fordult figyelme a Nap észlelése felé, és összesen 60 ezer megfigyelést közölt az MNRAS hasábjain. Ezek fő eredménye a férjéről elnevezett Evershed-effektus (áramlások a penumbra fotoszferikus ré-szében, amelyek a napfoltok penumbrájá-nak és umbrájának határáról indulnak, és radiális irányban terjednek).

Firenzei élményeinek hatására egy életen át elkísérte rajongása Dante iránt, és az Isteni színjáték csillagászati vonatkozásait fel is dolgozta *Dante és az egykori csilla-gászok* című könyvében. Részt vett a holdkráterek életrajzi vonatkozásairól szóló, jelen-tős életrajzi referenciamű megszerkesztésében is (*Ki kicsoda a Holdon?*).

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1: 5,4	Ganymedes	fk
	2:58,5	Io	ák
	3:47,5	Ganymedes	fv
	4:10,8	Io	ek
	5:11,1	Io	áv
2	0: 6,3	Io	fk
	3:31,3	Io	mv
3	0:50,8	Io	ev
4	1: 4,7	Europa	ák
	3:31,8	Europa	ek
	3:35,8	Europa	áv
6	1: 6,4	Europa	mv
8	4:51,8	Io	ák
	5: 3,0	Ganymedes	fk
9	1:59,2	Io	fk
	5:25,1	Io	mv
	23:20,2	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
10	0:33,7	Io	ek
	1:32,6	Io	áv
	2:44,6	Io	ev
	23:53,3	Io	mv
	3:38,3	Europa	ák
11	3:38,3	Europa	ák
12	0: 4,8	Ganymedes	ek
	2:19,7	Ganymedes	ev
13	3:41,2	Europa	mv
16	3:52,2	Io	fk
17	1:13,5	Io	ák
	2:26,7	Io	ek
	3:25,8	Io	áv
	4:37,4	Io	ev
	1:45,9	Io	mv
18	22:54,2	Ganymedes	ák
	23: 5,4	Io	ev
19	1:31,5	Ganymedes	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	4: 1,6	Ganymedes	ek
20	1:17,9	Europa	fk
22	0:19,3	Europa	ev
23	5:45,1	Io	fk
24	3: 6,7	Io	ák
	4:18,8	Io	ek
	5:18,9	Io	áv
25	0:13,4	Io	fk
	3:37,5	Io	mv
	22:46,6	Io	ek
	23:47,1	Io	áv
26	0:57,0	Io	ev
	2:52,4	Ganymedes	ák
	5:28,7	Ganymedes	áv
27	3:52,7	Europa	fk
29	0:27,1	Europa	ek
	0:32,8	Europa	áv
	2:49,1	Europa	ev
30	0: 3,9	Ganymedes	mv
31	4:59,8	Io	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

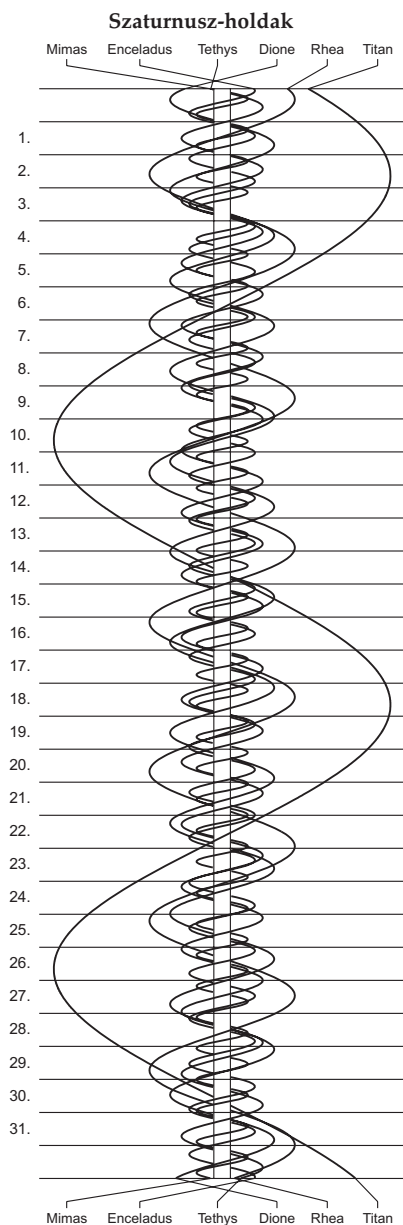
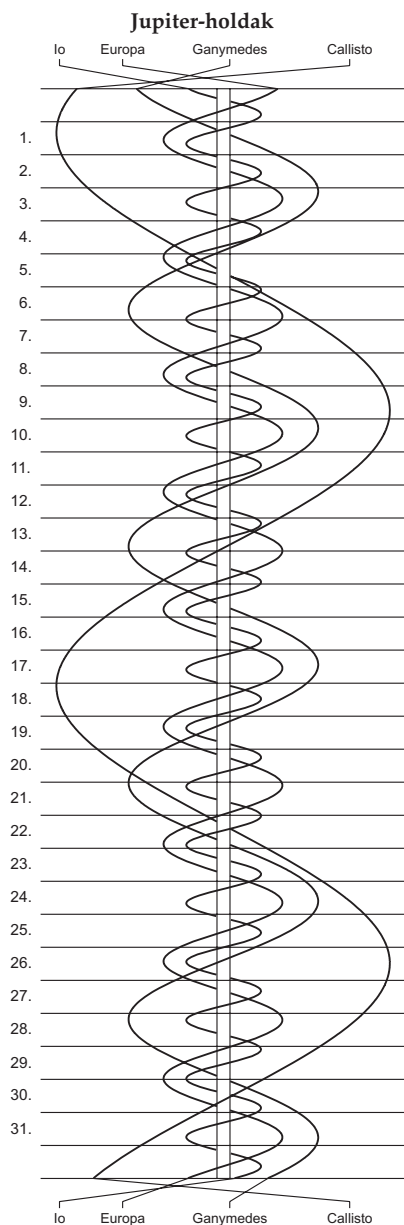
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





**Hogy közelebb  
hozhassuk a csillagokat...**

**Adószámunk:  
19009162-2-43**

**Magyar  
Csillagászati  
Egyesület**

Fotó: Kiss Csongor



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – február**

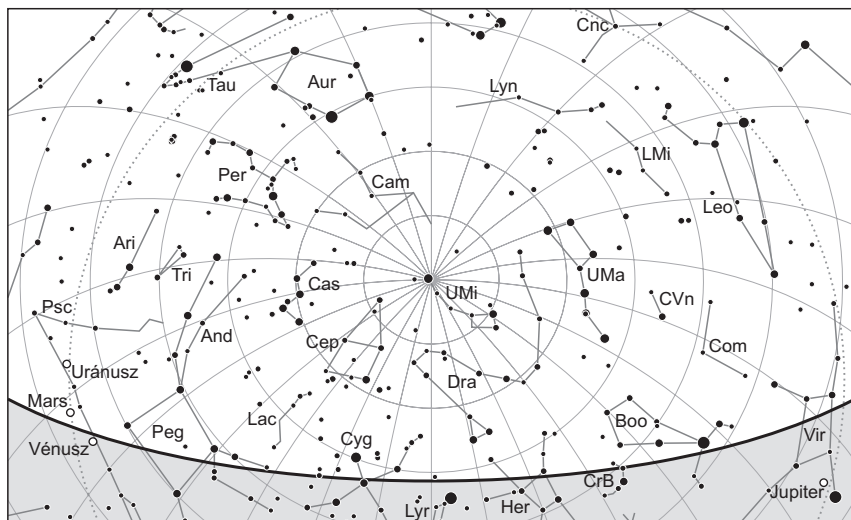
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel,	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel,	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. sz 32.	7 10	11 57	16 46	25,6	-13,6	9 25	15 36	21 57	● 5 19
2. cs 33.	7 08	11 57	16 47	25,9	-13,7	9 55	16 26	23 09	
3. p 34.	7 07	11 57	16 49	26,1	-13,8	10 26	17 18	–	
4. sz 35.	7 06	11 58	16 50	26,4	-13,9	11 01	18 12	0 21	
5. v 36.	7 04	11 58	16 52	26,7	-14,0	11 40	19 08	1 33	
6. hét									
6. h 37.	7 03	11 58	16 53	27,1	-14,1	12 26	20 05	2 43	○ 1 33
7. k 38.	7 01	11 58	16 55	27,4	-14,1	13 19	21 04	3 49	
8. sz 39.	7 00	11 58	16 57	27,7	-14,2	14 19	22 02	4 49	
9. cs 40.	6 58	11 58	16 58	28,0	-14,2	15 25	22 59	5 41	
10. p 41.	6 57	11 58	17 00	28,3	-14,2	16 33	23 53	6 25	
11. sz 42.	6 55	11 58	17 01	28,6	-14,2	17 43	–	7 03	● 20 33
12. v 43.	6 54	11 58	17 03	29,0	-14,2	18 51	0 44	7 36	
7. hét									
13. h 44.	6 52	11 58	17 04	29,3	-14,2	19 57	1 33	8 05	
14. k 45.	6 50	11 58	17 06	29,7	-14,2	21 02	2 20	8 32	
15. sz 46.	6 49	11 58	17 08	30,0	-14,1	22 05	3 05	8 59	● 15 58
16. cs 47.	6 47	11 58	17 09	30,3	-14,1	23 06	3 49	9 25	
17. p 48.	6 45	11 58	17 11	30,7	-14,0	–	4 33	9 53	
18. sz 49.	6 44	11 58	17 12	31,1	-14,0	0 06	5 17	10 23	
19. v 50.	6 42	11 57	17 14	31,4	-13,9	1 04	6 03	10 57	
8. hét									
20. h 51.	6 40	11 57	17 15	31,8	-13,8	2 00	6 49	11 35	● 15 58
21. k 52.	6 38	11 57	17 17	32,1	-13,6	2 54	7 37	12 19	
22. sz 53.	6 37	11 57	17 18	32,5	-13,5	3 44	8 26	13 09	
23. cs 54.	6 35	11 57	17 20	32,9	-13,4	4 31	9 16	14 05	
24. p 55.	6 33	11 57	17 21	33,2	-13,2	5 12	10 07	15 06	
25. sz 56.	6 31	11 57	17 23	33,6	-13,1	5 50	10 58	16 12	● 15 58
26. v 57.	6 29	11 56	17 24	34,0	-12,9	6 24	11 49	17 21	
9. hét									
27. h 58.	6 28	11 56	17 26	34,3	-12,8	6 56	12 39	18 32	
28. k 59.	6 26	11 56	17 27	34,7	-12,6	7 27	13 30	19 44	

## február

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 786	8 45 34	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 457 787	8 49 31	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 457 788	8 53 27	Balázs, Oszkár
4.	2 457 789	8 57 24	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 457 790	9 01 20	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 457 791	9 05 17	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 457 792	9 09 14	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 457 793	9 13 10	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 457 794	9 17 07	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 457 795	9 21 03	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 457 796	9 25 00	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 457 797	9 28 56	Livia, Lídia, Lilla
13.	2 457 798	9 32 53	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 457 799	9 36 49	Bálint, Valentin
15.	2 457 800	9 40 46	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 457 801	9 44 43	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 457 802	9 48 39	Donát, Alex, Elek
18.	2 457 803	9 52 36	Bernadett, Simon
19.	2 457 804	9 56 32	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 457 805	0 00 29	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 457 806	0 04 25	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 457 807	0 08 22	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 457 808	0 12 18	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 457 809	0 16 15	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
25.	2 457 810	0 20 12	Géza, Vanda
26.	2 457 811	0 24 08	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
27.	2 457 812	0 28 05	Ákos, Bátor, Antigone, Gábor, László
28.	2 457 813	0 32 01	Elemér, Antónia





Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 02.01. | 4:25  | a C/2015 ER61 (PANSTARRS)-üstökös 25'-cel keletre látható a $\rho$ Ophiuchitól ( $4,6^m$ ) a hajnali szürkületben                                |
| 02.01. | 16:55 | a Vénusztól $15,0'$ -cel nyugatra látható a 21 Psc ( $5,8^m$ ) az esti szürkületben  |
| 02.02. | 16:20 | a Vénusz és a Mars $5,4^\circ$ -os közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben  |
| 02.02. | 16:57 | a Vénusz kedvező esti láthatósága, a navigációs szürkületkori magassága $28,3^\circ$ , $-4,6^m$ , fázisa 39%                                     |
| 02.02. | 19:24 | a Hold mögé belép a $\mu$ Piscium ( $4,5^m$ , 34%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:26 UT-kor   |
| 02.04. | 4:19  | első negyed (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője $32' 14''$ )  |
| 02.04. | 17:35 | a (4) Vesta kisbolygó ( $6,6^m$ ) $3,6'$ -cel északra látható az NGC 2420 nyílthalmaztól ( $8,3^m$ ) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben |
| 02.04. | 18:46 | a Hold mögé belép az 5 Tauri ( $4,1^m$ , 57%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:22 UT-kor  |
| 02.04. | 20:44 | az (514) Armida kisbolygó ( $13,9^m$ ) elfedi az UCAC4-558-028611-et ( $12,4^m$ ) az Ikrek csillagképben   |
| 02.04. | 23:48 | a Hold maximális librációja ( $l = -1,18^\circ$ , $b = +6,75^\circ$ , 59,4%-os, növekvő holdfázis)   |
| 02.05. | 13:51 | A Hyadok fedése, bővebben lásd a leírában!   |

**Dátum Időpont Esemény**

02.05.	22:45	a Hold súrolva fedi az Aldebarant az északi pereme mentén ( $\alpha$ Tau, 0,9 <sup>m</sup> , 69%-os, növekvő holdfázis)
02.06.	14:11	a Hold földközélen (földtávolság 368 853 km, látszó átmérő: 32' 23,8'', 76,4%-os, növekvő holdfázis)
02.06.	17:48	a Hold mögé belép a 115 Tauri (5,4 <sup>m</sup> , 78%-os, növekvő holdfázis)
02.07.	18:39	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18° 52'-nél (87,0%-os, növekvő holdfázis)
02.08.	23:30	a Hold mögé belép a 74 Geminorum (5,0 <sup>m</sup> , 95%-os, növekvő holdfázis)
02.09.	4:51	a Szaturnuszról 8' 43''-cel északra látható a 2 Sgr (6,2 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
02.10.	23:05	a Hold minimális librációja ( $l = +4,77^\circ$ , $b = +1,39^\circ$ , 99,9%-os, növekvő holdfázis)
02.11.	0:33	telehold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 31' 40'')
02.11.	0:44	félárnyékos holdfogyatkozás legnagyobb fázisa (0,990), egy ívpercre van a holdperem a teljes árnyéktól
02.11.	1:55	a 45P/Honda–Mrkos–Pajdusáková-üstökös 29'-cel északra látható az NGC 6210 planetáris ködtől (9,7 <sup>m</sup> ) a Herkules csillagképben
02.12.	17:33	a 2P/Encke-üstökös 24'-cel északra látható a 26 Pisciumtól (6,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
02.13.	0:50	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.13.	3:25	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
02.13.	4:09	a (25) Phocea (12,3 <sup>m</sup> ) és a (28) Bellona (12,9 <sup>m</sup> ) kisbolygók 10,2'-es közelsége a Kígyó csillagképben
02.14.	4:08	a (27) Euterpe (12,1 <sup>m</sup> ) és a (116) Siona (12,9 <sup>m</sup> ) kisbolygók 2,1'-es közelsége a Skorpió csillagképben
02.14.	23:31	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös 3'-cel délkeletre látható az 51 Ophiuchitól (6,7 <sup>m</sup> )
02.15.	2:18	a Hold mögül kilép a 46 Virginis (6,2 <sup>m</sup> , 83%-os, csökkenő holdfázis)
02.15.	4:36	a Hold mögül kilép a 48 Virginis (6,7 <sup>m</sup> , 82%-os, csökkenő holdfázis)
02.15.	5:18	a Jupiter 6,3°-kal délkeletre látható a 81,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
02.16.	4:05	a 45P/Honda–Mrkos–Pajdusáková-üstökös 4,3°-kal északra látható az M3 gömbhalmaztól (11,6 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben a Bereniké Haja csillagképben
02.17.	4:00	a Jupiter naptávolban, távolsága 5,456520 CSE
02.17.	17:18	az (1) Ceres kisbolygó (9,0 <sup>m</sup> ) 11' 38''-cel délre látható a 64 Ceti-től (5,6 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
02.18.	7:39	a (14) Irene kisbolygó oppozícióban (9,0 <sup>m</sup> , Oroszlán csillagkép)
02.18.	19:33	utolsó negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29' 33'')
02.18.	21:13	a Hold földközélen (földtávolság 404 335 km, látszó átmérő: 29' 33,2'', 49,3%-os, csökkenő holdfázis)
02.19.	4:00	a C/2015 ER61 (PANSTARRS)-üstökös 19'-cel északkeletre látható a 44 Ophiuchitól (4,2 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben
02.19.	17:21	az (1) Ceres kisbolygó (9,0 <sup>m</sup> ) 14' 4''-cel délkeletre látható a $\xi$ Cet-től (4,4 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben

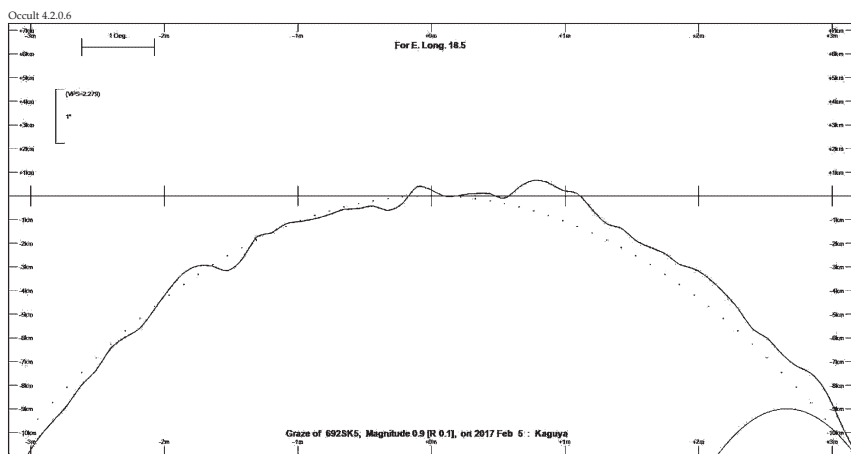
**Dátum Időpont Esemény**

02.19.	18:04	a Vénusz eléri legnagyobb látszó fényességét, $-4,8^m$ -t a Halak csillagképben
02.20.	2:26	a Hold maximális librációja ( $l = -1,66^\circ$ , $b = -6,69^\circ$ , 38,1%-os, csökkenő holdfázis)
02.20.	2:46	a (15) Eunomia kisbolygó oppozícióban ( $9,2^m$ , Szeptáns csillagkép)
02.20.	4:00	a C/2015 ER61 (PANSTARRS)-üstökös $9'$ -cel nyugatra látható az 51 Ophiuchitól ( $4,8^m$ ) a hajnali szürkületben
02.21.	3:16	a Szaturnusz $3,5^\circ$ -kal délnyugatra látható a 28,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó/Nyilas csillagképekben
02.21.	20:53	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 51'$ -nél (22,5%-os, csökkenő holdfázis)
02.22.	1:55	a (9) Metis kisbolygó oppozícióban ( $9,0^m$ , Oroszlán csillagkép)
02.23.	4:29	a Szaturnusztól $23,9'$ -cel északra látható az 58 Oph ( $4,9^m$ ) a reggeli szürkületben
02.24.	1:57	a (182) Elsa ( $11,9^m$ ) és a (275) Sapientia ( $11,6^m$ ) kisbolygók $23,5'$ -es közelsége az Oroszlán csillagképben
02.24.	17:28	a Marstól $16,8'$ -cel délnyugatra látható a $\zeta$ Psc kettőscsillag ( $5,2^m$ ) az esti szürkületben
02.25.	3:40	az (5) Astraea kisbolygó ( $12,4^m$ ) elfedi az UCAC4-356-134532-t ( $11,0^m$ ) a Nyilas csillagképben
02.26.	14:58	újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője $31' 36''$ )
02.26.	17:31	a Mars és az Uránusz $36'$ -es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.27.	8:38	a Hold minimális librációja ( $l = -4,73^\circ$ , $b = +1,75^\circ$ , 0,7%-os, növekvő holdfázis)
02.27.	16:57	25 óra 59 perces holdsarló $4,9^\circ$ magasan az esti égen (a Vénusztól $22^\circ$ -kal, a Marstól $30^\circ$ -kal délnyugatra)

**Az Aldebaran súroló fedése február 5-én**

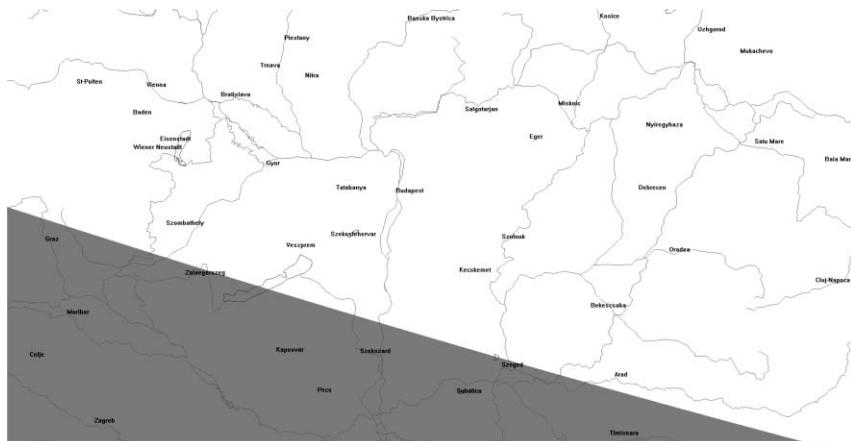
2016-hoz hasonlóan idén is folytatódnak az Aldebaran-fedések. Az Aldebaran ( $\alpha$  Tauri) egyike annak a négy 1 magnitúdós csillagnak, amelyet időnként elfedhet a Hold. (A másik három az Antares, a Spica és a Regulus. Leggyakrabban Aldebaran-fedést láthatunk, hiszen ennek legészakabbi a deklinációja, valamint  $5,5^\circ$ -kal délre van az ekliptikától, így a Hold, pályája miatt, évekig tartózkodik a közelében.

Ezen az estén súroló Aldebaran-fedés következik be, vagyis az ország déli részén teljes fedést látunk, de az északi, nagyobb részén csak megközelítést. Mivel az Aldebaran olyan fényes, hogy a megvilágított holdperem mellett is látszik, még a legkisebb távcsövekkel is követhető a jelenség (bár ezen az estén a súroló fedés sávjában a terminátortól  $5^\circ$ -ra vonul a csillag a sötét holdperemen). A súroló fedés vonala Szombathelytől 23 km-re délre, Zalaegerszegtől 14 km-re északra húzódva lép be az országba, és nagyjából a Paks-Szeged vonalon húzódik tovább (Paks déli határában, Szegedtől néhány kilométerrel északra). Az előre jelzett holdprofil alapján pontosan a súroló fedés sávjában várhatjuk a csillag legtöbb eltűnését és előbukkanását. A legutóbbi, 1997–1998-as Aldebaran-



*Az Aldebaran-fedés profilja (a holdperemre vetülő hegyek sziluettje)*

okkultációk idején megmérték a csillag látszó méretét, az körülbelül 20 milliívmásod-percnek adódott. Ez a Hold távolságában egy 43 méteres gömbnek felel meg, azaz a súroló eseményeknél akár több másodperces fényesedést és halványodást is megfigyelhetünk. A Google Earth segítségével a súroló vonal pontosan megjeleníthető, elegendő egy fájlt megnyitni a programban (ez az Occult 4.0 szoftverrel generálható). Így a pontos sávban megfelelő észlelőhelyet találni ma már pofonegyszerű. Videófelvétel készítéséhez is szinte már minden a „zsebünkben van”. Kis túlzással egy mobiltelefon is megteszi, de



*Az Aldebaran fedését az ország déli részén láthatjuk, északon csak szoros megközelítés lesz*





Az Aldebaran a terminátortól 5°-ra érinti a hold-peremet

ha nincs speciális kameránk, a legtöbb digitális fényképezőgéppel szintén tudunk videót készíteni, az Aldebaran pedig olyan fényes, hogy kisebb átmérőjű távcsővel is könnyen rögzíthető.

A fedés idején a 69%-os megvilágított-ságú Hold 30° magasan lesz a horizont fölött. Természetesen az Aldebaran-fedés előtt a Hyadok nyílthalmaz több másik fényes csillagát is elfedi a Hold, így 5-én még napközben a nappali égen érdemes elkezdni a megfigyelést, például a 3,7 magnitúdós  $\gamma$  Tauri eltűnésével. Ez 16°-os napmagasságnál fog bekövetkezni, de tiszta idő esetén kisebb (10-15 cm-es apertúrájú) távcsövekkel is megfigyelhető. A Budapestre számított előrejelzés jól használható hazánk egész területén.

#### Az Aldebaran súroló fedése Magyarország déli nagyvárosaiból

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Zalaegerszeg	22 40 0		30	12N	2		22 46 58		29	-1N	348	
Kaposvár	22 37 55		30	18N	7		22 50 56		27	-6N	343	
Pécs	22 37 15		29	20N	10		22 52 48		27	-9N	341	
Székszárd	22 39 55		29	15N	5		22 50 2		27	-4N	346	

#### A Hyadok csillagainak fedése Budapesten

(a fővárosból a ZC692 = Aldebaran csak szoros, 45''-es legnagyobb közelségben fog elhaladni a holdperem mellett)

UT h m s	E	Csillag No m	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	VA °
13 51 31	D	635 3,7	16	30	32N	20	64
14 28 50	r	635 3,7	11	36	-41N	308	350
16 40 52	D	659 6,6	-9	54	56N	45	70
17 2 37	D	661 4,5		56	40S	129	148
18 11 42	D	669 3,8		59	89S	79	79
18 14 37	D	671 3,4		59	69S	100	98
18 38 53	D	672 6,7		58	53N	42	32
19 11 39	d	93969 7,7		56	63N	52	33
19 25 56	R	671 3,4		55	-68S	237	214

UT			E	Csillag		Nap alt	Hold alt	CA	PA	VA
h	m	s		No	m			°	°	°
19	27	48	D	677	4,8		55	63N	52	29
19	28	15	R	669	3,8		55	-88S	257	233
19	30	48	D	680	6,5		55	75N	64	40
20	22	52	D	682	6		49	17S	152	118
20	32	49	r	677	4,8		47	-60N	289	254
21	9	5	D	685	6,6		43	59N	48	9
21	58	59	d	94020	7,7		35	70S	99	56
22	43	51	M	692	0,9		28	6N	355	310
23	23	21	D	699	5,8		21	25S	144	100

Az Aldebaran legnagyobb megközelítésének ideje és a város távolsága a fedés vonalától

Város	hossz. °	szél. °	távolság km	UT		
				h	m	s
Sopron	16,6	47,7	70	22	43	3,7
Szombathely	16,6	47,2	23	22	43	6,1
Győr	17,7	47,7	91	22	43	54
Veszprém	17,9	47,1	35	22	44	6,4
Tatabánya	17,9	47,6	84	22	44	6,4
Székesfehérvár	18,4	47,2	56	22	44	29,4
Paks	18,9	46,6	5	22	44	49,8
Budapest	19	47,5	100	22	44	55,8
Kecskemét	19,7	46,9	53	22	45	27
Salgótarján	19,8	48,1	181	22	45	32,2
Szeged	20,2	46,3	8	22	45	46,8
Miskolc	20,8	48,1	201	22	46	14,2
Debrecen	21,6	47,5	160	22	46	50,3
Nyíregyháza	21,7	48	206	22	46	53,8

## Együttállások februárban

Február első estjén még megfigyelhetjük a Vénusz és a Mars párosától távolodó hold-sarlót.

15-éről 16-ára virradó éjjélkor a keleti horizont felett láthatjuk felkelni a fogyó Hold, a Jupiter és a Spica nagy derékszögű háromszögét, amely remek témát kínál a fotósok számára.

21-én hajnalban (03<sup>h</sup> UT után) a Hold és a Szaturnusz párosát csodálhatjuk meg a Kígyótartó déli szegletében, a délkeleti horizont felett.

26-án a Mars és az Uránusz nagyon szoros közelítésére kerül sor az esti szürkületben (17:31 UT), amikor a két égitestet alig 36' választja el. A bolygó páros viszonylag magasan lesz látható a nyugati horizont felett.

## Félárnyékos holdfogyatkozás 2017. február 10–11-én

Az év első fogyatkozása egy majdnem teljes félárnyékos holdfogyatkozás, amely Magyarországról nézve végig megfigyelhető.

A félárnyék 10-én 22:34:16-kor érinti a holdfelszínt. A Hold 11-én 0:43:53-kor merül legmélyebben a félárnyékba, ekkor a holdkorong szinte teljes egészében fedésbe kerül. Ezen időpontban a megfigyelők láthatják, hogy égi kísérőnk korongjának északra eső háromnegyed részére szürkésbarna homály borul. A holdkorong északi pereme igen közel van az umbra széléhez, alig több mint 1'-re tőle, ezért azon terület erősebben sötétedik el, már-már a teljes árnyék érintését váránk.

Maga a homály magyar idő szerint éjfél után már észrevehető, és lassan terül szét a holdkorongon a fogyatkozás maximumáig. A maximális fázisban a holdkorong déli pereme éppen csak kilóg a félárnyékból. Az ívperc harmadrészét kitevő távolságról van szó, azaz a holdkorong látszó átmérőjének 86-od részéről! Ezután lassan levonul a félárnyék a holdkorongról, utoljára 2 óra UT után látható még a nyoma. A penumbra 2:53:26-kor hagyja el a Hold felszínét.

A félárnyékos fogyatkozás hossza 4 óra 19 perc 10 másodperc.

A holdfogyatkozás idején a Hold az Oroszlán csillagkép nyugati részén tartózkodik, a felszálló csomó közelében. A Regulus 7°-kal keletre ragyog. A Jupiter 60°-nyira látszik tőle keletre, a Spica felett.

A fogyatkozás maximumának pillanatában a félárnyékos fogyatkozás nagysága 0,9928 magnitúdó.

Ez a holdfogyatkozás a 71 eseményt adó 114-es Szárosz-család 59. tagja.

## Gyűrűs napfogyatkozás 2017. február 26-án

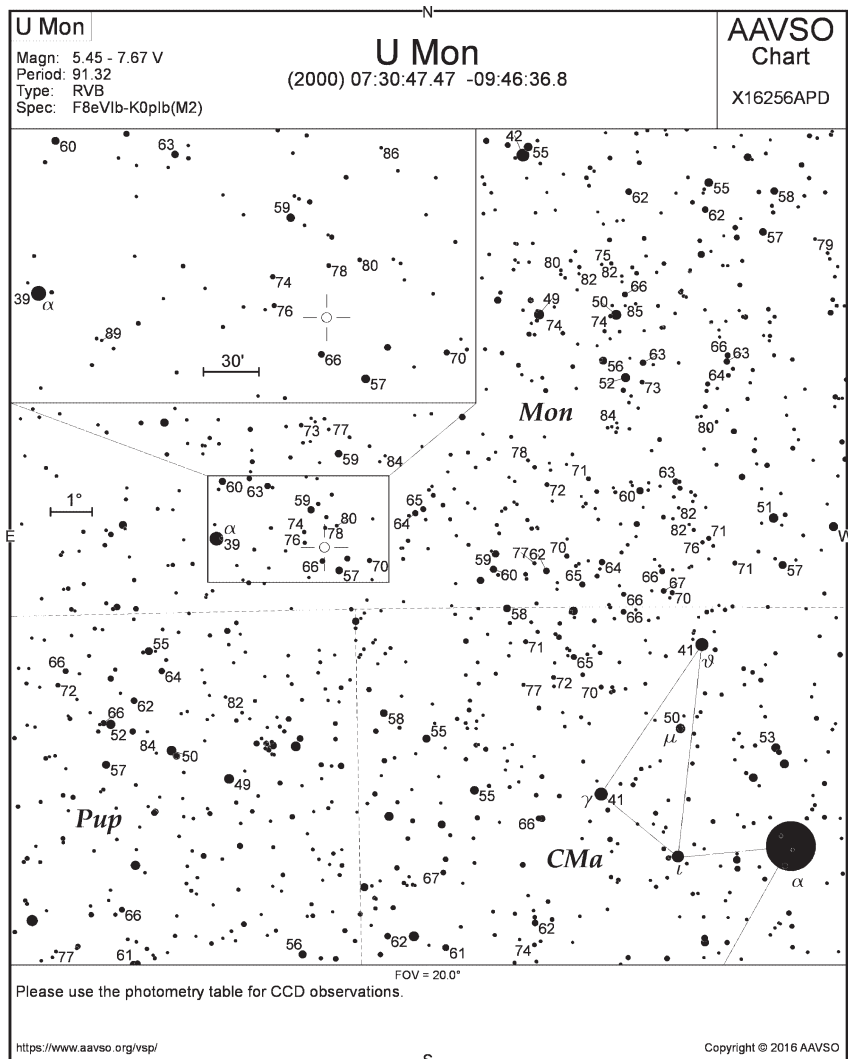
Az év második fogyatkozása gyűrűs napfogyatkozás, amely Magyarországról nem figyelhető meg. A gyűrűsség sávja Chile, Argentína, az Atlanti-óceán déli vizei és Angola területét szeli át, végül Zambia és a Kongói Demokratikus Köztársaság határvidékén ér véget. Részleges napfogyatkozást látni a Csendes-óceán délkeleti részén, Dél-Amerika déli felén, az Atlanti-óceán egyenlítői délre eső vizein, az Antarktisz ide eső felén és Afrika Szaharától délre eső részein (kivéve a keleti részt).

A félárnyék a Húsvét-szigettől délkeletre 1800 km-re érinti a Csendes-óceán vizeit, 12:10:48-kor. Több mint egy óra telik el, mire a Hold árnyékkúpja (antiumbra) 13:15:18-kor megérinti a Föld felszínét, közel 1800 kilométerre délre a Húsvét-szigettől. A gyűrűs fázis 1 perc 22 másodpercig tart, de időtartama fokozatosan csökken, ahogy az árnyék Chile irányába suhan. Amikor először szárazföldet ér, 13:33:03-kor, a gyűrűs fogyatkozás hossza 1 perc 6 másodperc. Az antiumbra negyven perc alatt átszeli Dél-Amerika keskeny sávját, amikor eléri az Atlanti-óceán partját, a gyűrűs fázis hossza még mindig 1 perc 1 másodperc.

A fogyatkozás maximumára 14:53:24-kor kerül sor, 1700 kilométerre nyugat-északnyugatra Tristan da Cunha szigeteitől. A Nap 63° magasan van, az annularitás 44 másodpercig tart, az antiumbra mindössze 31 kilométer széles. Az árnyék tovább halad az Atlanti-óceánon, és 16:25:38-kor éri el Angola partjait, a gyűrűs fázis 1 perc 9 másodperces. Végül a Kongói Demokratikus Köztársaságban lévő Tshangalele-tónál hagyja el az árnyék

a földfelszín, 16:31:37-kor. A gyűrűsség 1 perc 17 másodperc hosszan tart. A fogyatkozásnak 17:36:02-kor van vége, amikor a félárnyék is levonul bolygónk felszínéről.

A Nap–Hold páros a Vízöntő csillagkép közepén tartózkodik, a Hold leszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete az átlagosnál kissé nagyobb, átmérője 32,3'.



A Hold öt nap múlva lesz földközélen, így látszó mérete kicsit nagyobb az átlagosnál: 31,59'. A kettő különbsége 0,71', az átlagosnál kisebb érték, ez okozza a rövid gyűrűs fázist.

Ez a fogyatkozás a 140-es Szárosz-sorozat 29. napfogyatkozása a 71-ből.

## A téli égbolt fényes változócsillaga: az U Monocerotis

Az RV Tauri változók a csillagfejlődés nagyon rövid, néhány ezer éves átmeneti szakaszát jelentik, így számuk igen csekély más típusokhoz képest. A csillagok az aszimptotikus óriáságot (AGB) elhagyva átmenetet képeznek az óriáság és az életútjuk végét jelentő fehér törpe állapot között. Fotometriai tulajdonságaik alapján két, spektrális jellemzőik alapján három osztályba sorolhatók. Alig több mint 100 RV Tauri változót, ezen belül is csupán 35 RVb típusú csillagot ismerünk. Ezek fénygörbéjén az RV Tauri változókra jellemző kettős – egy mélyebb és egy sekélyebb – minimumon felül egy további, hosszú periódusú hullámmás is megfigyelhető. Az alcsoport legfényesebb tagja az U Monocerotis, ez a szénben gazdag, fémekben szegény, kis tömegű, ám igen nagy méretű és luminózitású (3800  $L_{\odot}$ ) sárga szuperóriás. Felszíni gravitációja és hőmérséklete méretéből adódóan igen csekély, ezek a pulzációja során jelentősen változnak. Az U Mon egy sűrű porködbe ágyazott kettős rendszer, ám társát nem lehet közvetlenül megfigyelni, csupán a főkomponens radiális sebességének 2597 nap periódusú változásai utalnak léteire. A csillag fénygörbéjének hosszú periódusú hullámmását feltehetően a társ és az excentrikus pályán keringő porfelhő általi fedések okozzák. A változó jelenleg hosszú periódusának fényesebb szakaszában van, így akár szabad szemmel is megpillantható, míg következő halvány állapotára egy-két éven belül kerülhet sor. Az RV Tauri csillagok, így az R Mon jelentőségét többek között az adja, hogy fontos láncszemei lehetnek a Napunkéhoz hasonló tömegű csillagok evolúciójának. Modelljeink szerint ugyanis az 1 naptömeg körüli kezdeti tömegű csillagok mintegy 10 milliárd éves korukra érik el az aszimptotikus óriáságot, majd planetáris ködöt létrehozva végül fehér törpévé alakulnak, és kerülnek hosszú, stabil állapotba.

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A Mars pályája felé közeledő vándor 11–9,5 magnitúdó közötti fényesedése várható, miközben az Ophiuchusból a Sagittariusba jut a hajnali égen. Eleinte csillagokban és halmazokban szegény, ám porködökben gazdag vidéken mozog, majd a hónap végére az égbolt egyik legizgalmasabb tájkán, az M8 és az M20–21 páros között észlelhetjük. Sajnos ekkor már csak 12° magasra emelkedik a csillagászati szürkület kezdete előtt. A naponta háromnegyed fokot elmozduló kométa 16-án és 17-én hajnalban is fél fokra fog látszani a 10,5 magnitúdós NGC 6325 gömbhalmaztól (előbb nyugatra, majd keletre), miközben megtalálását a tőle fél fokkal délre látszó 5,1 magnitúdós o Ophiuchi segíti. A fényes porcsóva mellett ekkor már vélhetően halvány ioncsóvát is növesztő égítést 19-én hajnalban 19'-cel északkeletre halad el a 4,2 magnitúdós 44 Ophiuchitól, másnap pedig 9 ívperccel nyugatra kereshetjük a 4,8 magnitúdós 50 Ophiuchitól. Igen látványosnak ígérkezik 22-én hajnali 5 ívperces együttállása a 9,5

magnitúdós NGC 6401 gömbhalmazsal, a hónap utolsó hajnalán pedig már a korábban említett fényes Messier-objektumok közelében észlelhetjük.

**C/2015 V2 (Johnson).** Az Oort-felhőből érkező üstökös fényessége ebben a hónapban átlépi a 10 magnitúdót, miközben naptávolsága 2,4 és 2,1 CSE között, földtávolsága pedig 2,1 és 1,7 CSE között csökken. A cirkumpolaritás határán látszó üstökös hajnalban emelkedik magasra, miközben kelet felé mozogva a Bootesből a Herculesbe jut. A régóta tartó porkibocsátás miatt vélhetően komplex szerkezetű porcsóvát mutató kométa csillagokban szegény területen halad, 18-án hajnalban 36'-cel délre lesz a 4,7 magnitúdós  $\nu$  Herculistól, 22-én és 23-án pedig a 4,2 magnitúdós  $\phi$  Herculistól háromnegyed fokkal északra kereshetjük. Fotósok számára lehet érdekes téma, hogy az üstökös február 20-án hajnalban 1-2'-re lesz attól a pozíciótól, ahol majd április 25-én hajnalban láthatjuk. Ha mindkét éjszaka sikerül lefotózni, látványos animációt lehet készíteni a közben vélhetően sokat fényesedő és növekvő üstökösről.

**2P/Encke.** Az októberi és novemberi Tauridák, valamint a májusban és júniusban jelentkező nappali Béta Tauridák és Zéta Perseidák szülőüstököse egész hónapban a Pisces csillagképben tartózkodik, ám hiába közeledik március 10-i napközelsége felé, keleti irányú mozgása egyre lassul, a hónap vége felé déli irányba vált. Emiatt láthatósága gyorsan romlik, elongációja  $46^\circ$  és  $26^\circ$  között csökken, ám 11 és 7 magnitúdó között növekvő fényessége miatt még a hónap végén is érdemes próbálkozni vele. Az esti égen látható üstökös 2-án  $1^\circ$ -kal északra látható a 4,1 magnitúdós  $\iota$  Pisciumtól, 11-én és 12-én fél fokkal délre halad el egy 13–15 magnitúdós galaxisokból álló csoporttól, 15-én és 16-án pedig háromnegyed fokkal északra látszik a 4,0 magnitúdós  $\omega$  Pisciumtól.

**41P/Tuttle–Giacobini–Kresák.** Ez a háromszor, 1858-ban, 1907-ben és 1951-ben felfedezett, a földközeli égitestek közé tartozó üstökös az elmúlt két évszázad legjelentősebb földközelségét éri el április 5-én, amelyhez hasonlót a század hátralévő évtizedeiben sem láthatunk. A 0,148 CSE távolság a jelenlegi pályahelyzet mellett 0,015 CSE híján a lehető legkisebb elérhető távolság. Mivel a kométa perihéliumtávolsága 1,045 CSE, egyrészt kiváló helyzetben, nagy elongáció mellett láthatjuk, másrészt bolygónkhoz viszonyított helyzete csak lassan fog változni, szinte együtt kering bolygónkkal, így maximális, 6,5-7 magnitúdó körüli fényességét hetekig tartani fogja. További nagy szerencse, hogy az április 14-én napközelpbe kerülő vándor március közepétől április végéig cirkumpoláris lesz,  $+68^\circ$ -os maximális deklinációval. Azt pedig már csak óvatosan említjük, hogy az 1973-as visszatérése során kétszer is 10 magnitúdós, 2001-es napközelsége előtt néhány héttel pedig egy 4-5 magnitúdós kitérésen esett át, ami az idén nemhogy szabadszemes láthatóságot, de minden idők egyik leglátványosabb üstökösét eredményezné.

41P/Tuttle–Giacobini–Kresák

Dátum	RA (h m s)	D ( $^\circ$ ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E ( $^\circ$ )	$m_v$ ( $^m$ )
02.11.	09 19 25	+15 33 37	0,341	1,327	175	12,6
02.16.	09 19 01	+18 16 29	0,306	1,290	169	11,9
02.21.	09 19 06	+21 33 38	0,275	1,254	162	11,1
02.26.	09 20 09	+25 28 02	0,248	1,220	155	10,4
03.03.	09 22 52	+30 01 49	0,224	1,188	148	9,7

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
03.08.	09 28 16	+35 15 55	0,203	1,158	141	9,1
03.13.	09 37 45	+41 09 17	0,186	1,131	134	8,5
03.18.	09 53 35	+47 36 04	0,172	1,107	127	7,9
03.23.	10 19 33	+54 20 24	0,161	1,087	120	7,5
03.28.	11 02 13	+60 47 26	0,154	1,070	114	7,1
04.02.	12 10 17	+65 50 02	0,149	1,058	109	6,8
04.07.	13 43 26	+67 51 26	0,149	1,049	105	6,7
04.12.	15 15 45	+66 02 00	0,151	1,045	103	6,7
04.17.	16 22 54	+61 27 41	0,156	1,046	101	6,7
04.22.	17 05 43	+55 44 21	0,164	1,051	102	6,9
04.27.	17 32 43	+49 49 22	0,174	1,060	103	7,2
05.02.	17 50 05	+44 07 11	0,185	1,074	106	7,6
05.07.	18 01 22	+38 45 59	0,198	1,091	110	8,0
05.12.	18 08 33	+33 46 52	0,212	1,112	114	8,5
05.17.	18 12 48	+29 07 37	0,227	1,137	118	9,0
05.22.	18 14 50	+24 45 03	0,243	1,164	124	9,6
05.27.	18 15 12	+20 36 08	0,261	1,194	129	10,2
06.01.	18 14 24	+16 39 02	0,281	1,227	134	10,8
06.06.	18 12 48	+12 53 26	0,303	1,262	140	11,4
06.11.	18 10 46	+09 19 51	0,328	1,298	145	12,1
06.16.	18 08 33	+05 59 06	0,356	1,336	150	12,8

Ebben a hónapban viszont még csak erőt gyűjt az április 13-i perihéliuma felé közeledő vándor, igaz ezt nagyon gyorsan teszi, mivel hó eleji 14 magnitúdós fényességéről a hó végére 10 magnitúdóra is felfényesedhet. Eközben pontosan északi irányba mozog a Leo és a Cancer határánál, rektaszcenzióban egy mindössze fél fokos tartományon belül maradva, miközben deklinációban 16°-kal kerül északabbra. Csillagszegény környezetben mozogva csak két kisebb galaxishalmazal lesz együttállása, 14/15-én éjszaka az NGC 2794, NGC 2795, NGC 2797 galaxisok csoportjától 40'-re keletre fotózhatjuk, négy nappal később pedig egy lazább, az NGC 2804 által uralt csoporttól fél fokkal szintén keletre láthatjuk.

**45P/Honda–Mrkos–Pajdušáková.** Ezt a földközeli égitestek közé tartozó, szokatlannul rövid keringési idejű üstököst Honda Minoru (1913–1990) japán amatőrcsillagász fedezte fel 1948. december 3-án egy 15 cm-es tükrös távcsővel, 9 magnitúdós fényesség-nél. Perihéliumtávolsága 0,6 CSE, keringési ideje 5,2 év körül ingadozik, ám idős kora miatt csak a Nap közvetlen közelében fényesedik fel, talán ezért nem találták meg korábban. Az üstökös elnevezésében található két csehszlovák csillagász a mai szabályok szerint biztosan nem szerepelne az elnevezésben. L'udmilla Pajdušáková napokkal Honda után látta meg az égitestet, de a térképes ellenőrzés során arra jutott, hogy a közeli M83-at látja. Csak miután hírt vették Honda felfedezésének, jött rá kollégája, Antonín Mrkos, hogy mégis egy új üstököst látott Pajdušáková. Erre már ötven évvel ezelőtt is azt mondták volna a nemzetközi szervezetek, hogy ezt a felfedezést elszalasztották, ám 1948-ban az akkor még Koppenhágában működő Csillagászati Táviratok Központja őket is bevette a felfedezők közé.

Az augusztusban jelentkező Alfa Capricornidák meteorraj szülőégitestjeként is számon tartott üstökös rendkívüli időszakot él át, ugyanis előző, 2011-es visszatérése alkalmával 9 millió km-re megközelítette bolygónkat, mostani visszatérésekor pedig ismét rendkívüli közelségben, 13 millió km-re fog elhaladni mellettünk. Az 5,26 éves keringési idő alapján az is egyértelmű, hogy két egymás utáni napközelség esetén ez csak úgy lehetséges, ha egyszer a napközelség felé menet, egyszer pedig onnan jövet történik a közelítés.

45P/Honda–Mrkos–Pajdušáková

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
02.01.	20 10 02	−04 01 55	0,161	0,834	18	8,0
02.06.	19 05 31	+06 12 42	0,109	0,905	40	7,8
02.11.	16 48 00	+23 56 48	0,084	0,976	80	7,9
02.16.	13 53 20	+32 28 13	0,105	1,048	123	9,0
02.21.	12 16 53	+30 30 44	0,154	1,120	146	10,4
02.26.	11 31 31	+27 50 14	0,214	1,190	157	11,7
03.03.	11 07 09	+25 46 54	0,280	1,260	161	12,7

Így is van, 4°-os hajlása miatt pályája mindkét helyzetben közel húzódik bolygónkhoz. Míg 2011-ben a Nap felé közeledve jött el mellettünk, most távolodóban vehetjük szemügyre igen közelről, ráadásul míg 2011-ben csak a déli féltékről látszott a közelség alatt, most mi leszünk kedvezőbb helyzetben. Sajnos a holdfázis rendkívül szerencsétlenül alakul, pontosan a február 11-i földközelség napján lesz telehold, így hiába lesz 7-8 magnitúdós, kiterjedt égitest, várható diffúzsága miatt ekkor nem sokat láthatunk belőle.

Szerencse a szerencsétlenségben, hogy ezt megelőzően a hajnali, a földközelséget és a teleholdat követően pedig az esti égen tűnik fel, így éppen elkerüli a Holdat, és csak néhány nap fog kiesni láthatóságából. A hónap elején a holdnyugta utáni sötét égen, az Aquila, az Ophiuchus, majd a Hercules csillagképekben észlelhetjük – igaz, eleinte nagyon alacsonyan –, a hónap második felében pedig holdkelte előtt a Corona Borealis, a Bootes, a Canes Venatici, a Coma Berenices, végül pedig a Leo csillagképben láthatjuk. Kis távolsága miatt sajátmozgása a közelítés idején eléri a napi 9°-ot, fényessége egészen eddig a napig 7-8 magnitúdó körül stagnál. Távolodóban viszont rendkívüli ütemben fog halványodni, fényessége három hét alatt 4-5 magnitúdóval csökken, így a hónap végére lezárul vizuális láthatósága.

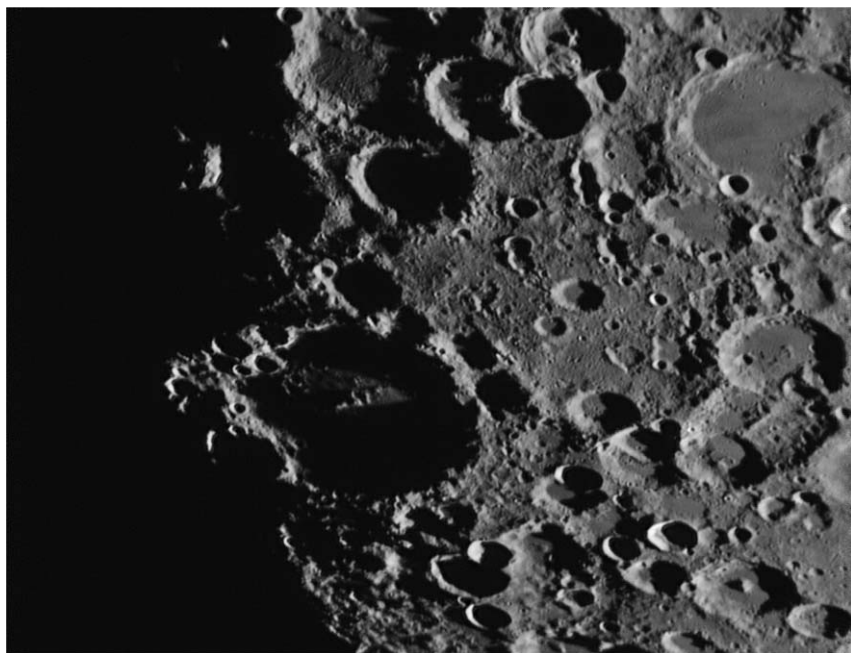
## A Maginus-kráter

A Hold déli krátermezején, a Tycho- és a Clavius-kráterek között, pontosabban e két krátert összekötő egyenes felezőpontjától kissé kelet felé egy hatalmas méretű, romos falszerkezetű krátert találunk, a Maginust. Átmérője 163 kilométer, a kráter alja sík. Ha a terminátor közel jár, a Maginus rendkívül feltűnő, látványosságában vetekszik a Claviusszal, de ahogyan a nagy német holdtérképező Wilhelm H. Mädler (1794–1874) írta: „a telehold nem ismeri a Maginust”. Holdtölte idején sok, a Maginushoz hasonló



idős romkráterről elmondhatjuk ugyanezt. Amilyen feltűnőek alacsony napállásnál, annyira beleolvadnak a környezetükbe magasabb megvilágításkor.

A Maginus erős falai csodálatos látványt nyújtanak, bármilyen műszerrel is figyeljük. Már kisebb távcsövekben és kis nagyítással is feltűnik egy érdekes dichotómia a kráter keleti és nyugati sánca között. A keleti sánc egészen ép, csak néhány parányi parazitakrátert találunk itt, és a teraszos szerkezete is jól látható. Ezzel szemben a nyugati falat több jókora másodlagos kráter díszíti, közülük a legnagyobb a 42 km-es C jelű, de megemlíthetjük a Maginus északnyugati részén, az egymással határos F, G, L, N jelzésű krátereket, amelyek átmérője rendre 18, 23, 11 és 24 km. A Maginus C déli falán kis távcsővel is feltűnő a H jelű kráter, de a belsejében fekvő Y csak kissé magasabb napállásnál látható. Habár magasabb napállásnál a Maginus kezd elveszíteni karakán megjelenését, egy apró, névtelen másodlagos kráter csak ekkor válik feltűnővé. Ez a kicsiny kráter az északkeleti sánc tövében fekvő 14 km-es Maginus A-tól kissé keletre fekszik, kiterjedt fehér sugársávja ilyenkor kezd magára vonni a figyelmet. Ezt leszámítva a Maginus sík és feltöltött kráteraljzatán nincs sok megfigyelni való részlet, a központi csúcsból is csak két apró kiemelkedés maradt meg hírmondónak. Ha távcsővégre kerítjük a Maginust, gondoljuk el, hogy egy több mint 4 milliárd éves krátert szemlélünk.



*Napkelte a Maginus-kráterben. Ezt a webkamerás felvételt Gulyás Krisztián készítette 2016. május 14-én egy 180/2700-as Makszutow–Cassegrain-reflektorral és ASI120MC-kamerával.*

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
3 2	17	40	44	be	110464	6,8	20 +	32	39 D	126	+1,1	-3,3
3 2	19	30	30	be	345	7,6	21 +	15	10 É	355	+0,9	+7,9
3 2	19	43	8	be	110502	7,6	21 +	13	54 D	111	+0,2	-2,1
3 3	20	24	9	be	93398	7,3	31 +	18	44 D	123	+0,1	-2,6
3 3	21	52	20	be	491	6,0	32 +	4	74 D	93	-0,2	-1,3
3 4	19	4	9	be	626 48 Tau	6,3	42 +	42	84 D	87	+1,1	-1,1
3 4	21	4	29	be	635 $\gamma$ Tau	3,7	42 +	23	75 É	66	+0,5	-0,7
3 4	22	0	3	ki	635 $\gamma$ Tau	3,7	43 +	14	-69 É	282	+0,0	-1,6
3 5	23	35	2	be	806 111 Tau	5,0	55 +	9	60 D	116	-0,3	-1,8
3 6	19	43	7	be	951	6,6	65 +	54	79 D	101	+1,4	-1,2
3 6	20	13	21	be	95469	8,0	65 +	50	47 D	133	+1,0	-2,7
3 6	22	26	25	be	95554	7,6	66 +	30	35 D	146	+0,0	-3,2
3 7	22	38	31	be	96791	7,8	76 +	37	84 É	89	+0,9	-1,3
3 8	18	55	47	be	97640	7,3	84 +	57	60 D	129	+1,6	-1,2
3 8	19	33	57	be	1238	6,0	84 +	59	70 D	119	+1,6	-1,0
3 8	23	9	26	be	1247	7,0	85 +	40	63 D	127	+0,6	-2,1
3 8	23	30	0	be	97731	7,6	85 +	37	84 É	94	+0,9	-1,4
3 9	0	45	41	be	1258	6,7	86 +	24	61 É	71	+0,6	-1,0
3 9	19	5	23	be	98380 NSV 18139	7,3	91 +	51	36 D	158	+1,2	-2,7
3 10	2	22	52	be	1386	6,7	93 +	15	63 D	131	-0,1	-2,0
3 14	21	14	21	ki	1921 65 Vir	5,9	94 -	21	41 É	335	+0,4	-1,0
3 14	22	16	56	ki	1924 66 Vir	5,8	94 -	29	63 É	312	+1,0	-0,2
3 15	1	47	23	ki	1933	7,1	94 -	35	64 D	260	+2,0	-0,3
3 15	3	51	6	ki	1941 74 Vir	4,7	94 -	22	67 D	263	+1,2	-1,2
3 17	3	21	17	ki	2158	7,5	81 -	28	48 É	325	+1,4	-1,8
3 19	2	6	44	ki	2399 24 Sco	4,9	64 -	22	84 É	282	+1,6	+0,5
3 21	3	40	19	ki	161436	7,5	45 -	20	85 É	272	+1,7	+0,7

### Évforduló

#### 400 éve halt meg Giovanni Magini

*Giovanni Antonio Magini* (Padova, 1555. június 13. – Bologna, 1617. február 11.) a heliocentrikus világkép elterjedése előtti utolsó csillagászgeneráció jelentős tagja. Azok közé tartozott, akik a heliocentrikus modellt matematikai formalizmusként már elfogadták, de nem tudták sem elképzelni, sem elfogadni annak fizikai realitását. Galilei és Kepler idősebb kortársaként az ő munkásságukat – kései műveik kivételével, amelyeket Magini már nem ismerhetett – nagyra tartotta ugyan, de hiába értette meg az érvelések komolyságát, még nem tudott elszakadni a ptolemaioszi alapú geocentrizmustól. Élete vége felé Tycho Brahe világképének egyfajta módosítását tartotta elfogadhatónak, végül egyre inkább Brahe hibrid rendszerének támogatójává vált.



Tanulmányait Padovában és Bolognában végezte filozófiai területen, matematikai tehetsége azonban már ekkor is nyilvánvaló volt. 1587-ben Bolognába került egyetemi tanárnak, ahol a jelentkezők sorában többek között éppen Galileit utasította maga mögé. Magini ekkor már megjelentetett efemeristáblázatokat, ami komoly érv volt a véleményezők számára. 1599-től Vincenzo Gonzaga fiának házitánítója és a család asztrológusa. Ebben az időben kezdődött kiterjedt levelezése Keplerrel, Brahéval és Galileivel.

Magini tehetsége inkább a számítások elvégzésében mutatkozott meg, és kevésbé jellemezte elméleti éleslátás. Fontos matematikai módszereket dolgozott ki *Tabula tetragonica* című művében, többek között két szám szorzatának kiszámítását a megfelelő négyzetszámok különbségéből kiindulva – ami megfelelő táblázatok birtokában, nagy számok szorzásánál sokat gyorsít a számításokon. Eljárásával egy hosszadalmas, kétdimenziós táblázat-

ban összefoglalható adathalmazt tömörített egydimenziós táblázatokból kiolvasható eredményekkel végzendő egyszerű műveletekre. 1609-ben trigonometriai táblázatokat közölt, és egy saját terminológiát is javasolt a szögfüggvényekre, amely átmenetileg el is terjedt. Gömbháromszögtannal is foglalkozott. Máig élő újítása a matematikai jelölésrendszerben a tizedespont bevezetése, a korábban alkalmazott számjegyenkénti helyiérték-jelölések (például *Simon Stevin*) vagy tizedes törtek helyett. Geográfiai és kartográfiai munkája is jelentős. Szerkesztette *Ptolemaiosz Geográfia*ját, 37 térképet rajzolt a meglévő 27 mellé.

Magini halála után egyetemi pozícióját Keplernek ajánlották föl, aki nem élt a lehetőséggel, 1617. május 15-én kelt levelében Kepler értesítette az egyetem rektorát erről, magyarázatként felhozva, hogy protestánsként nem érezné jó magát a pápista környezetben.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	2: 6,4	Io	fk
	5:28,1	Io	mv
	23:28,0	Io	ák
2	0:37,2	Io	ek
	1:40,2	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	2:47,5	Io	ev
	23:55,7	Io	mv
5	0:36,5	Europa	ák
	2:55,5	Europa	ek
	3: 6,6	Europa	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
5	5:16,9	Europa	ev
	23:29,4	Ganymedes	fv
6	1:40,7	Ganymedes	mk
	3:46,2	Ganymedes	mv
7	0:25,7	Europa	mv
8	3:59,5	Io	fk
9	1:21,2	Io	ák
	2:26,8	Io	ek
	3:33,3	Io	áv
	4:36,9	Io	ev
	22:27,8	Io	fk
10	1:44,9	Io	mv
	22: 1,7	Io	áv
	23: 4,1	Io	ev
12	3:10,7	Europa	ák
13	0:50,2	Ganymedes	fk
	3:25,9	Ganymedes	fv
	22:19,1	Europa	fk
14	2:50,4	Europa	mv
16	3:14,3	Io	ák
	4:15,2	Io	ek
	21: 4,4	Ganymedes	ev
17	0:21,0	Io	fk
	3:33,2	Io	mv
	21:42,6	Io	ák
	22:42,2	Io	ek
	23:54,8	Io	áv
18	0:52,3	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	22: 0,1	Io	mv
20	4:48,7	Ganymedes	fk
21	0:53,5	Europa	fk
22	20:57,4	Europa	ek
	21:32,2	Europa	áv
	23:17,9	Europa	ev
23	21:14,8	Ganymedes	áv
	22:36,9	Ganymedes	ek
24	0:35,9	Ganymedes	ev
	2:14,4	Io	fk
	23:35,8	Io	ák
25	0:29,3	Io	ek
	1:48,0	Io	áv
	2:39,4	Io	ev
	20:42,7	Io	fk
	23:47,1	Io	mv
26	20:16,3	Io	áv
	21: 6,0	Io	ev
28	3:27,9	Europa	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

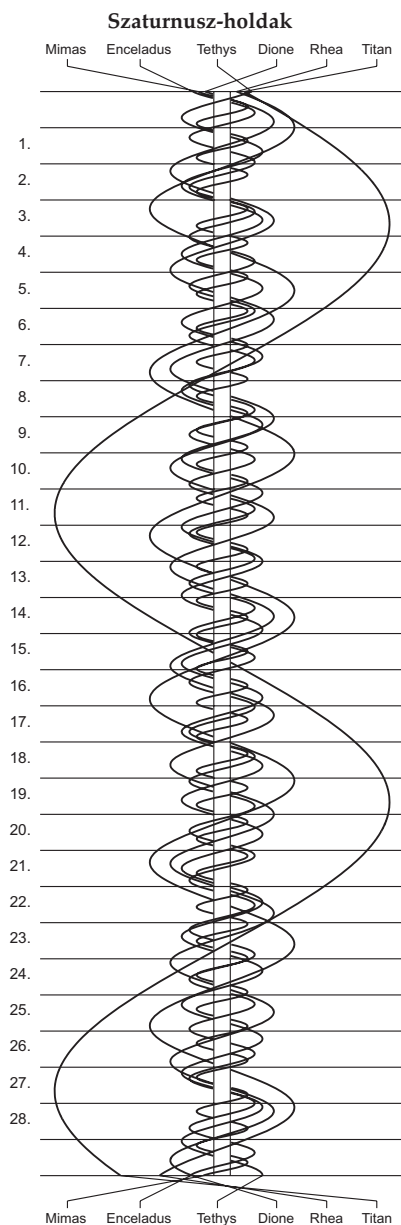
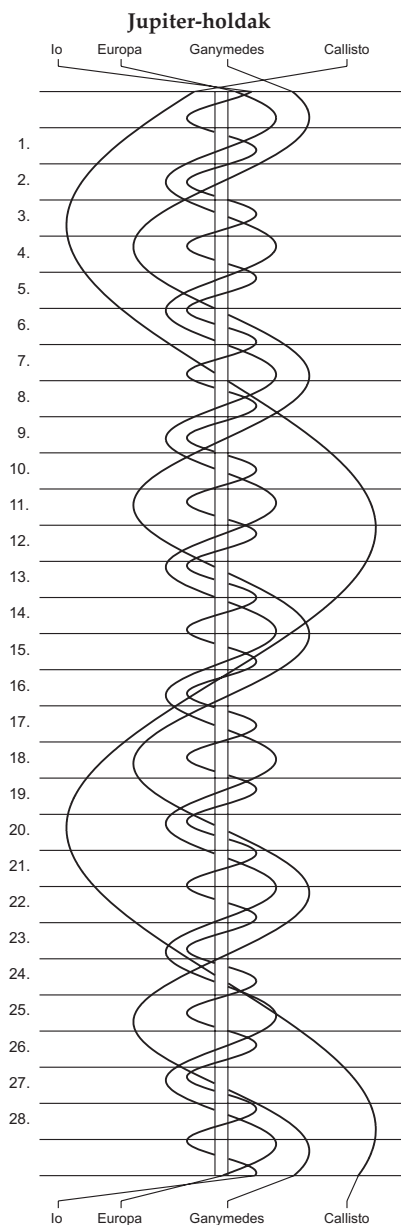
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – március**

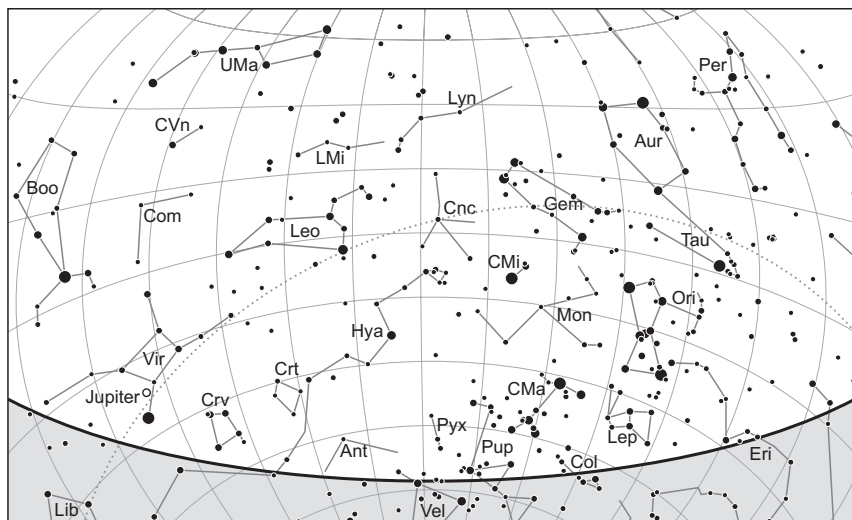
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	fázis
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. sz 60.	6 24	11 56	17 29	35,1	-12,4	7 57	14 22	20 58	
2. cs 61.	6 22	11 56	17 30	35,5	-12,2	8 28	15 14	22 11	
3. p 62.	6 20	11 56	17 32	35,9	-12,0	9 02	16 08	23 24	
4. sz 63.	6 18	11 55	17 33	36,2	-11,8	9 40	17 03	–	
5. v 64.	6 16	11 55	17 35	36,6	-11,5	10 24	18 00	0 35	● 12 32
10. hét									
6. h 65.	6 14	11 55	17 36	37,0	-11,3	11 14	18 57	1 42	
7. k 66.	6 12	11 55	17 38	37,4	-11,1	12 11	19 54	2 42	
8. sz 67.	6 10	11 54	17 39	37,8	-10,8	13 13	20 50	3 36	
9. cs 68.	6 08	11 54	17 41	38,2	-10,6	14 19	21 44	4 21	
10. p 69.	6 06	11 54	17 42	38,6	-10,3	15 26	22 35	5 00	
11. sz 70.	6 04	11 54	17 44	39,0	-10,1	16 34	23 24	5 34	
12. v 71.	6 02	11 53	17 45	39,4	-9,8	17 41	–	6 05	○ 15 54
11. hét									
13. h 72.	6 00	11 53	17 47	39,8	-9,5	18 46	0 12	6 32	
14. k 73.	5 58	11 53	17 48	40,1	-9,3	19 50	0 57	6 59	
15. sz 74.	5 56	11 53	17 50	40,5	-9,0	20 52	1 42	7 26	
16. cs 75.	5 54	11 52	17 51	40,9	-8,7	21 53	2 26	7 53	
17. p 76.	5 52	11 52	17 52	41,3	-8,4	22 52	3 11	8 22	
18. sz 77.	5 50	11 52	17 54	41,7	-8,1	23 50	3 56	8 54	
19. v 78.	5 48	11 51	17 55	42,1	-7,8	–	4 42	9 30	
12. hét									
20. h 79.	5 46	11 51	17 57	42,5	-7,5	0 45	5 29	10 12	● 16 58
21. k 80.	5 44	11 51	17 58	42,9	-7,2	1 36	6 17	10 58	
22. sz 81.	5 42	11 50	18 00	43,3	-6,9	2 23	7 06	11 51	
23. cs 82.	5 40	11 50	18 01	43,7	-6,6	3 06	7 56	12 49	
24. p 83.	5 38	11 50	18 02	44,1	-6,3	3 45	8 46	13 52	
25. sz 84.	5 36	11 50	18 04	44,5	-6,0	4 21	9 36	14 59	
26. v 85.	5 34	11 49	18 05	44,9	-5,7	4 53	10 27	16 10	
13. hét									
27. h 86.	5 32	11 49	18 07	45,3	-5,4	5 24	11 19	17 23	
28. k 87.	5 30	11 49	18 08	45,7	-5,1	5 55	12 11	18 38	● 3 57
29. sz 88.	5 28	11 48	18 09	46,0	-4,8	6 27	13 04	19 54	
30. cs 89.	5 26	11 48	18 11	46,4	-4,5	7 00	13 59	21 10	
31. p 90.	5 24	11 48	18 12	46,8	-4,2	7 38	14 56	22 24	

A nyári időszámítás kezdete március 26-án 2h KÖZEI-kor. A nyári időszámítás alatt – dőlt betűvel szedve – a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## március

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 814	0 35 58	Albin, Dávid
2.	2 457 815	0 39 54	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 457 816	0 43 51	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 457 817	0 47 47	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 457 818	0 51 44	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 457 819	0 55 41	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 457 820	0 59 37	Tamás
8.	2 457 821	1 03 34	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 457 822	1 07 30	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 457 823	1 11 27	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 457 824	1 15 23	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 457 825	1 19 20	Gergely, Gergő, György
13.	2 457 826	1 23 16	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 457 827	1 27 13	Matild
15.	2 457 828	1 31 10	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 457 829	1 35 06	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 457 830	1 39 03	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 457 831	1 42 59	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 457 832	1 46 56	József, Bánk
20.	2 457 833	1 50 52	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 457 834	1 54 49	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 457 835	1 58 45	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 457 836	2 02 42	Emőke, Ottó
24.	2 457 837	2 06 39	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 457 838	2 10 35	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 457 839	2 14 32	Emánuel, Dusán, Leonóra
27.	2 457 840	2 18 28	Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lídia
28.	2 457 841	2 22 25	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 457 842	2 26 21	Augusztá, Augusztina
30.	2 457 843	2 30 18	Zalán
31.	2 457 844	2 34 14	Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia



*A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem látható. 6-án felső együttállásban van a Nappal. Mivel az ekliptika meredek szögben áll a látóhatárhoz képest, láthatósága gyorsan javul. A hónap végén már egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Ez az időszak az ideig egyik legjobb esti láthatósága.

**Vénusz:** A hónap első felében még megfigyelhető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében. 2-án a csillagokhoz viszonyított mozgása hátrálóvá válik, és egyre hamarabb nyugszik. 25-én alsó együttállásban van a Nappal. A hónap legvégén már újra kereshető napkelte előtt a keleti ég alján. Fényessége  $-4,8^m$ -ról  $-4,1^m$ -ra csökken, átmérője  $46,9''$ -ről  $59,4''$ -re nő, majd csökken  $58,3''$ -re, fázisa  $0,17$ -ről  $0,01$ -re csökken, majd újra  $0,02$ -re nő.

**Mars:** Előretartó mozgást végez a Halak, majd 8-ától a Kos csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égen, késő este nyugszik. Folytatja lassú halványodását, fényessége  $1,3^m$ -ról  $1,5^m$ -ra, látszó átmérője  $4,6''$ -ről  $4,2''$ -re csökken.

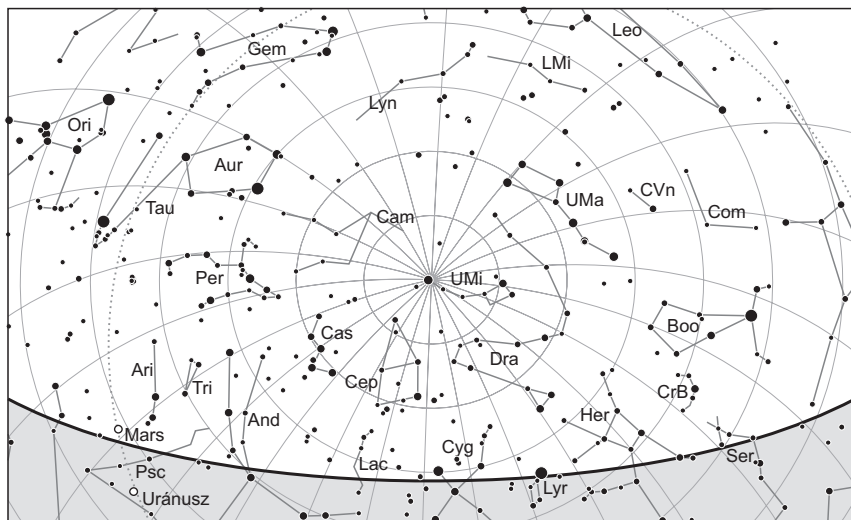
**Jupiter:** Hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagy részében látható a déli égen ragyogó égitestként. Fényessége  $-2,4^m$ , átmérője  $43''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgása lassul, amint a Nyilas csillagképben halad. Éjjel után kel, az éjszaka második felében látható alacsonyban a délkeleti-déli égen. Fényessége  $0,5^m$ -ról  $0,4^m$ -ra, átmérője  $16''$ -ről  $17''$ -re nő.

**Uránusz:** A hónap első felében még kereshető sötétedés után, este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 2-án felső együttállásban van a Nappal. Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben.





*Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 03.01. | 18:11 | a Vénusz, a Mars, az Uránusz és a holdsarló együttállása az esti szürkületben a Halak csillagképben                               |
| 03.01. | 18:50 | a Mars 5,1°-kal északra látható a 12,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak csillagképben                     |
| 03.02. | 2:44  | a Neptunusz együttállásban a Nappal   |
| 03.02. | 17:37 | az (1) Ceres kisbolygó (9,0 <sup>m</sup> ) 12' 4"-cel északnyugatra látható a 25 Ari-től (6,5 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben |
| 03.02. | 21:02 | a Neptunusz földtávolban, távolsága 30,941473 CSE, látszó átmérője 2,2"   |
| 03.03. | 7:23  | a Hold földközelen (földtávolság 369 096 km, látszó átmérő: 32' 22,5", 26,0%-os, növekvő holdfázis)                               |
| 03.03. | 13:35 | a (29) Amphitrite kisbolygó oppozícióban (9,1 <sup>m</sup> , Oroszlán csillagkép)   |
| 03.03. | 20:00 | a C/2015 V2 (Johnson)-üstökös 2'-cel délkeletre látható a $\tau$ Herculistől (3,9 <sup>m</sup> )                                  |
| 03.04. | 21:04 | a Hold mögé belép a $\gamma$ Tauri (3,7 <sup>m</sup> , 42%-os, növekvő holdfázis), kilépés 22:00 UT-kor                           |
| 03.04. | 22:08 | a Callisto (Jupiter-hold) 8"-cel elhalad a Jupiter északi pólusa mellett  |
| 03.04. | 23:00 | a (246) Asporina kisbolygó (13,9 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-496-023560-at (11,6 <sup>m</sup> ) az Orion csillagképben         |
| 03.05. | 0:52  | a Hold maximális librációja ( $l = +1,02^\circ$ , $b = +6,78^\circ$ , 45,0%-os, növekvő holdfázis)                                |

**Dátum Időpont Esemény**

03.05.	11:32	első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32' 15")
03.07.	0:49	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18° 52'-nél (67,4%-os, növekvő holdfázis)
03.07.	4:46	a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,7°-kal délkeletre)
03.08.	17:46	a (41) Daphne kisbolygó (9,6 <sup>m</sup> ) 4' 39"-cel északkeletre látható az NGC 3521 galaxistól (9,0 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
03.08.	19:04	a (41) Daphne kisbolygó oppozícióban (9,6 <sup>m</sup> , Oroszlán csillagkép)
03.09.	17:47	a Marstól 28,6'-cel délkeletre látható az 54 Cet (5,9 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
03.10.	21:55	a 96,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1,1°-kal északra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 <sup>m</sup> )
03.11.	3:40	a Hold minimális librációja ( $l = +4,70^\circ$ , $b = +0,01^\circ$ , 97,6%-os, növekvő holdfázis)
03.12.	14:54	telehold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 30' 44")
03.14.	0:51	a 97,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 4' 51"-cel északkeletre látható a $\gamma$ Vir (2,7 <sup>m</sup> )
03.14.	20:28	a Jupiter 1,8°-kal délnyugatra látható a 94,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben
03.14.	21:14	a Hold mögül kilép a 65 Virginis (5,9 <sup>m</sup> , 94%-os, csökkenő holdfázis)
03.14.	22:17	a Hold mögül kilép a 66 Virginis (5,8 <sup>m</sup> , 94%-os, csökkenő holdfázis)
03.15.	3:51	a Hold mögül kilép a 74 Virginis (4,7 <sup>m</sup> , 93%-os, csökkenő holdfázis)
03.16.	2:31	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös 1'-cel délkeletre látható az 14 Ursae Majoristól (6,8 <sup>m</sup> )
03.16.	17:58	az (1) Ceres kisbolygó (9,1 <sup>m</sup> ) 3' 26"-cel keletre látható a 38 Ari-tól (5,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
03.16.	18:36	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös 6'-cel délkeletre látható az 15 Ursae Majoristól (5,7 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
03.18.	17:22	a Hold földtávolban (földtávolság 404 612 km, látszó átmérő: 29' 32,0", 68,0%-os, csökkenő holdfázis)
03.18.	17:25	a Merkúr és a Vénusz 8,5°-os közelsége a Halak csillagképben az esti szürkületben
03.19.	2:07	a Hold mögül kilép a 24 Ophiuchi (4,9 <sup>m</sup> , 64%-os, csökkenő holdfázis)
03.20.	4:16	a Szaturnusz 4,1°-kal délkeletre látható az 54,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas/Kígyóartó csillagképekben
03.20.	10:29	tavaszi nap-éj egyenlőség
03.20.	15:58	utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 43")
03.20.	20:41	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
03.20.	20:52	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
03.21.	2:26	a Hold maximális librációja ( $l = -3,91^\circ$ , $b = -5,72^\circ$ , 46,0%-os, csökkenő holdfázis)
03.21.	5:24	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18° 55'-nél (44,8%-os, csökkenő holdfázis)
03.24.	3:00	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös 27'-cel nyugatra látható a 36 Ursae Majoristól (4,8 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben
03.24.	18:10	a Marstól 25,9'-cel keletre látható a 29 Ari (6,0 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben

**Dátum Időpont Esemény**

03.25.	2:00	a 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák-üstökös 3'-cel északnyugatra látható a 37 Ursae Majoristól (5,2 <sup>m</sup> )
03.25.	16:36	a Vénusz alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 8,3°-kal északnyugatra)
03.27.	22:46	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
03.28.	0:39	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
03.28.	2:57	újhold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 32' 29")
03.28.	3:14	a Hold minimális librációja ( $l = -4,41^\circ$ , $b = +3,86^\circ$ , 0,1%-os, növekvő holdfázis)
03.29.	17:41	38 óra 44 perces holdsarló 10,9° magasan az esti égen (a Merkúrtól 7,4°-kal délkeletre, a Marstól 15°-kal délnyugatra)
03.29.	18:56	a (16) Psyche (10,9 <sup>m</sup> ) és a (29) Amphitrite (9,2 <sup>m</sup> ) kisbolygók 14,5'-es közelsége az Oroszlán csillagképben
03.30.	2:40	a (37) Fides (12,6 <sup>m</sup> ) és a (83) Beatrix (12,7 <sup>m</sup> ) kisbolygók 1,8'-es közelsége a Kígyótartó csillagképben
03.30.	5:44	a Merkúr dichotómiája (18,7°-os keleti elongáció, 7,1" látszó átmérő)
03.30.	12:24	a Hold földközeli (földtávolság 363 875 km, látszó átmérő: 32' 50,3", 8,1%-os, növekvő holdfázis)
03.30.	17:42	a Mars 5,8°-kal északra látható a 9,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos csillagképben
03.30.	18:18	a Merkúr, a Mars és a Hold együttállása az esti szürkületben a Halak és Kos csillagképekben
03.30.	18:56	a Marstól 41°-cel északra látható a DoDz 1 nyílthalmaz az esti szürkületben a Kos csillagképben

**Vénuszsarló-vadászat**

A március 25-én alsó együttállásba kerülő Vénusz vékony sarlójának megfigyelésére kitűnő lehetőségünk adódik e hónapban. Március 1-jén a tündöklő fényességű és hatalmasra hízott sarló -4,6 magnitúdós fényesség, 47"-es átmérő és 0,16 fázis mellett még három órával nyugszik a Nap után; a fényes peremív, a terminátor-sötétedés és a terminátor menti sötét felhőfoltok kitűnően megfigyelhetők. Március első tíz napja optimális időszak a hamuszürke fény észlelésére, az igen vékony sarló mellett, sötét égen esélyünk lehet a megvilágítatlan oldal megpillantására.



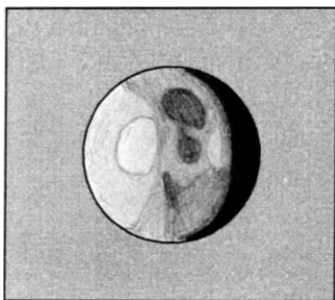
*Vénusz-sarló túlnyúló szarvakkal, Ferenci Imre nappali felvételén (2012. június 3-a, 10:30 UT, 12,7 L). A március 25-i alsó együttálláskor hasonló látványban lehet részünk.*

Március 15-én még könnyen megfigyelhetjük a  $-4,3$  magnitúdós,  $57''$ -es és  $0,044$  fázisú-ra csökkent sarlót, amelyen már a szarvak túlnyúlása is kezd feltűnni. A bolygó ekkor bő másfél órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor  $16^\circ$ -kal van a horizont felett. Láthatósága napról napra romlik. Március 20-án még esélyünk lehet az esti égen megpillantani a  $0,019$  fázisú hajszálvékony sarlót, amely egy órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor  $9^\circ$ -kal van a horizont felett. Ezután érdemes nappali égen keresnünk a bolygót, osztott körök vagy GOTO segítségével. Az alsó együttállás napján, 25-én az  $59,4''$ -es bolygó  $0,010$  fázisú, és  $8,3$ -kal északra található a Naptól. A hajszálvékony sarló csúcsain  $30$ - $40^\circ$ -kal nyúlnak túl a szarvak. Ezen a Napon már hajnalban is próbálkozhatunk, a bolygó háromnegyed órával kel a Nap előtt, napkeltekor  $7^\circ$ -kal emelkedik a horizont fölé. A sarló ezután megfigyelhető lesz hajnalban a keleti égen, bár az ekliptika hajlásszöge nem kedvező: a bolygó március 31-én egy órával kel a Nap előtt.

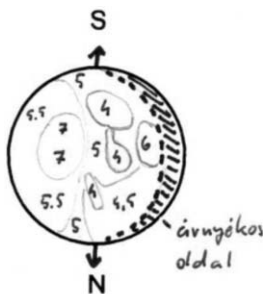
### A Merkúr legkedvezőbb esti láthatósága

Március 6-i felső együttállása után a bolygó kiváló láthatóságát április első napjaiban is nyomon követhetjük. A majdnem telimerkúr március 18-án  $-1,3$  magnitúdó fényesség,  $5,5''$ -es átmérő, és  $0,90$  fázis mellett már biztosan megtalálható ( $CM = 218^\circ$ ), egy órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor még  $10^\circ$ -kal tartózkodik a horizont fölött. A lassan fogyó bolygó egyre látványosabb, március 29-i dichotómiájakor  $-0,4$  magnitúdós,  $7,0''$  átmérőjű, fázisa  $0,52$  ( $CM = 267^\circ$ ). Az ekkor  $18,6^\circ$ -os elongációban járó bolygó egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor magasan,  $17^\circ$ -kal tartózkodik a horizont fölött. Próbáljuk minél hamarabb megtalálni a bolygót (osztott körök vagy GOTO segítségével akár napnyugta előtt is)! Napnyugtakor nagy magasság és optimális kontrasztviszonyok mellett jó esélyünk van a fázis és a felszín részleteinek megpillantására. Az ezután gyorsan fogyó merkúrsarló is igen jól megfigyelhető marad. Izgalmas feladat megkeresni az április 10-én már halvány,  $2,1$  magnitúdós,  $9,9''$ -es és  $0,12$  fázisú sarlót ( $CM = 334^\circ$ ), amely napnyugtakor még  $13^\circ$  magasan tartózkodik a horizont fölött.

végleges rajz



vázlat és intenzitásbecslés



A telő fázisú Merkúr Cseh Viktor rajzán. A 2015. április 22-én 17:45 UT-kor készült ábra a 82%-os korongot ábrázolja ( $CM = 229^\circ$ ). Fent a Solitudo Atlantis és S. Criophori, az alsó féltéken a S. Phoenicis sötét foltjai látszanak. 10,2 L W25 vörös szűrő.

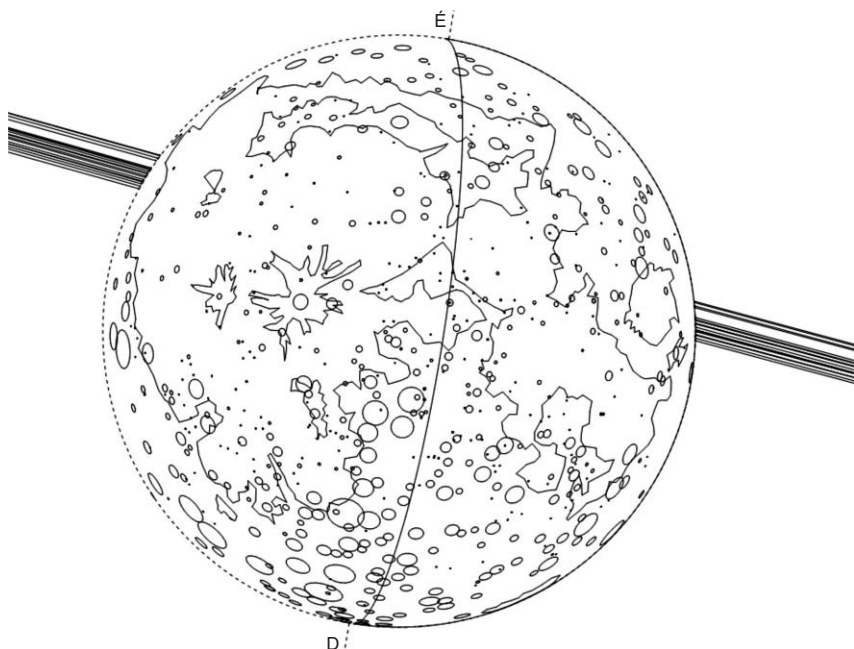
## Együttállások márciusban

Március első estéjén máris látványos bolygóegyüttállásban gyönyörködhetünk. Akár csak egy hónappal korábban, ezúttal is a Mars, a Hold és a Vénusz trióját figyelhetjük meg egy nagy égi derékszögű háromszög formájában. A Vénusz elég távol,  $12^\circ$ -ra lesz a Marstól, de fényessége révén meghatározza a látványt. A Mars és a Hold látszó távolsága körülbelül  $6^\circ$  lesz, hozzájuk csatlakozik a csak távcsővel látható Uránusz is, a Marstól  $2^\circ$ -ra.

Március 10-én éjfél után, a majdnem teliholdtól (96,8%) alig több mint  $1^\circ$ -ra lesz a Regulus északi irányban. Néhány nappal később, 14-én késő este (21:00 UT) a Jupiter és a Spica társaságában láthatjuk kelni a Holdat. Kísérőnk és az óriásbolygó távolsága  $1,8^\circ$  lesz ezen az estén. A Spicát az égi párostól  $5^\circ$ -kal délebbre találjuk.

## Március 4-én a Hold elfedi a $\gamma$ Taurit

Egy hónappal vagyunk a február 5-i Aldebaran-fedés után: a Hold ismét elfedi a Hyadok csillagait, de most, mielőtt az Aldebaranhoz érne, lenyugszik. A fázis sokkal kedvezőbb, de csak a halmaz nyugati feléig jut el a Hold, így a számos szabadszemes csil-



A fedés sávjai Magyarország néhány városából

lag fedése elmarad. A jelenség hálás fotótéma lesz a 42%-os Hold (a hamuszürke fény-nyel) a  $\gamma$  Tauri közelében. A csillag 3,7 magnitúdós, így be- és kilépése is megfigyelhető még a legkisebb távcsövekben is. A csillag a WDS szerint szoros kettős, a tagok távolsága  $0,4''$ , videofelvétellel megörökíthető a néhány tizedmásodperces kétfokozatú elhalványulás.

A  $\gamma$  Tauri fedése 2017. március 4-én

Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Sopron	21 3 2		25	76N	67	21 59 40		15	-70N	281
Szombathely	21 3 24		25	77N	68	22 0 24		15	-71N	280
Zalaegerszeg	21 3 49		25	78N	69	22 1 0		15	-72N	279
Győr	21 3 38		24	75N	67	21 59 44		15	-69N	282
Kaposvár	21 4 42		24	79N	70	22 1 47		14	-73N	278
Veszprém	21 4 13		24	77N	68	22 0 40		14	-71N	280
Tatabánya	21 3 52		24	76N	67	21 59 55		14	-70N	282
Pécs	21 5 11		23	80N	71	22 2 14		14	-74N	278
Székesfehérvár	21 4 24		23	76N	68	22 0 31		14	-70N	281
Szekszárd	21 5 13		23	79N	70	22 1 50		13	-72N	279
Paks	21 5 5		23	78N	69	22 1 25		13	-72N	280
Budapest	21 4 29		23	75N	66	22 0 3		14	-69N	282
Kecskemét	21 5 16		22	77N	68	22 0 58		13	-70N	281
Salgótarján	21 4 29		22	73N	64	21 59 3		13	-67N	285
Szeged	21 6 1		22	78N	69	22 2 0		12	-72N	280
Miskolc	21 4 56		22	72N	63	21 59 0		13	-66N	285
Debrecen	21 5 45		21	73N	65	21 59 55		12	-67N	284
Nyíregyháza	21 5 29		21	72N	63	21 59 12		12	-66N	285

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A hajnali égen alig  $10^\circ$  magasra emelkedő üstökös várhatóan  $9,5^m$  és  $8^m$  között fényesedik majd, miközben egyre gyorsabban, naponta egy fokonál is többet megtéve mozog kelet felé a Sagittarius, majd a hónap utolsó napjaiban a Capricornus csillagképben. A hónap első hajnalán kiváló fotótémát kínálva  $1^\circ$ -kal északra lesz az M8-tól, és fél fokkal délnyugatra az NGC 6546 nyílthamasztól, másnap pedig fél fokkal északra az IC 4685 ködkomplexumtól. A Tejút síkjától immár távolodva 6-án  $18'$ -cel északkeletre lesz a  $11,5$  magnitúdós NGC 6629 planetáris ködtől, másnap  $35'$ -cel északra halad el a  $9,5$  magnitúdós NGC 6642 gömbhalmaztól, 8-án pedig  $1,1^\circ$ -kal északra látható az M22-től. Ezt követően már csak fényes csillagok közelében láthatjuk, 10-én  $25'$ -cel nyugatra lesz az  $5,4$  magnitúdós 28 Sagittariitól, két nappal később fél fokkal északnyugatra mutatkozik az  $5$  magnitúdós  $v^1-v^2$  Sagittarii párosától, 14-én a  $3,8$  magnitúdós o Sagittariitól nyugatra, 16-án a  $2,9$  magnitúdós  $\pi$  Sagittariitól  $37'$ -cel délkeletre mutatkozik.

**C/2015 V2 (Johnson).** A 9,5 és 8,5 magnitúdó között fényesedő üstökös előbb lassuló, északkeleti irányú mozgást végez, majd a hónap végén eléri stacionárius pontját, és mozgása északnyugati irányra vált. Az éjszaka nagyobb részében látható a Hercules csillagkép északnyugati szegletében, földtávolsága 1,7 és 1,3 CSE között csökken. A hónap első napjaiban fél foknál is szorosabb közelségben láthatjuk a 3,9 magnitúdós  $\tau$  Herculis-szal, amely 4-én hajnalban nagyon megnehezítheti a tőle csak 3-4'-re látszó üstökös megfigyelését.

**41P/Tuttle–Giacobini–Kresák.** A több magnitúdós kitöréseiről híres földközeli üstökös mind közelebb kerül április 5-i, 0,148 CSE-s földközelségéhez. Ennek megfelelően egyre gyorsulva halad egütkön északi, majd északkeleti irányba, néhány napra érintve a Cancer, a Leo, a Leo Minor és a Lynx csillagképeket. A hónap második felében már végig az Ursa Majorban láthatjuk, 28-án még a Göncölszekér északnyugati sarkából is levág egy darabot. Bár igen közel kerül hozzánk, mozgása mégsem lesz drámaian gyors, mivel a földpályán kívül haladva együtt mozog bolygónkkal, és nem pályánkat keresztezve húz el mellettünk. Mivel ebben a hónapban még a Nap felé is közeledik, látszó fényessége igen gyorsan, napi 0,1 magnitúdós ütemben, 10 és 7 magnitúdó között emelkedik majd. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető üstökös csillagokban és fényes mélyég-objektumokban szegény területen halad, egyedül az  $\alpha$  Ursae Majorist fogja megközelíteni  $1^\circ$ -ra, 27/28-án délről, másnap éjszaka pedig keletről. Várhatóan diffúz megjelenése miatt kisebb nagyítású távcsővel, a hónap második felében már binokulárral érdemes észlelni.

## Messier-maraton

Charles Messier a XVIII. századi Franciaországban új üstökösök keresése közben azt vette észre, hogy közelükben néha ködös, halvány, a távcsőben mutatkozó üstökösökhöz hasonló égitestek tűnnek fel. Mivel azonban elmozdulást nem mutattak, nem lehetett szó a Nap körül keringő égitestekről. Az űr mélységeiben kellett lenniük – innen ered mélyég-objektum kifejezés. Néhányukat sikerült felbontania csillagok halmazaira, ám legtöbbjük ködös maradt, és csak bő száz esztendővel később derült fény igazi természetükre, arra, hogy néhányuk csillagok százmilliárdjaiból álló galaxis. Messier, hogy másokat ne tréfálhassanak meg a ködös, üstökösszerű foltok, katalógust állított össze róluk, közben módszeresen ellenőrizte az elődei által ködösként leírt égitesteket is. Katalógusa végső formájában 103 objektumot sorolt fel, amit az utókor 7 olyan másik mélyég-objektummal egészített ki, amelyeket bizonyítottan megfigyelt a francia csillagász, így a ma elfogadott változat 110 bejegyzést tartalmaz.

Sokak szerint az igazi amatőrcsillagász ismérve az, hogy végigészlelte ezt a listát. Annak ötlete, hogy a 110 objektumot egyetlen éjszaka során is végig lehetne észlelni, amerikai és spanyol amatőröktől származik. Először a nyolcvanas évek elején szerveztek Messier-maraton az Egyesült Államokban, később a mozgalom világszerte elterjedt, így Magyarországon is. Természetesen ilyen sok objektum mellett nem lehet szó valamennyi célpont alapos leírására, lerajzolására, netán lefényképezésére, inkább a lista végignézéséről, az égitestek végiglátogatásáról beszélhetünk. A Messier-objektumok egyetlen éjszakán történő végigézésére tavasszal nyílik a legjobb lehetőség, március végén, április elején. Bár Magyarország területéről a 110 Messier-objektum közül elméletileg legfeljebb 109-et láthatunk egy éjszaka, már a 100-as darabszám elérése is elismerésre méltó teljesítmény.



2005 tavaszán Ladányi Tamás (balra) és Görgei Zoltán 105 Messier-objektumig jutott egyetlen éjszakán, ami igen szép eredmény. Az észleléshez 20×80-as és 20×90-es óriásbinokulárt használtak.

Ismerni kell az objektumok pontos helyzetét, legalább hozzávetőleges megjelenésüket, hogy ne keverjük össze őket más, közeli mélyekkel. Amikor a Virgo-halmaz galaxisai között barangolunk, minden tapasztalatunkra szükség lesz ahhoz, hogy a Messier-katalógus tagjait kimazsolázzuk a környék számtalan csillagvárosa közül. A Messier-maraton verseny: nemes verseny, amelyet az égbolttal vívunk, latba vetve összes égismeretünket és észlelői tapasztalatunkat. Verseny, amely komolyan próbára teszi állóképességünket a hosszú, gyakran hideg tavaszi éjszakában. Maraton, ahol az „égi 42 km” kilométerköveit csodálatos mélyég-objektumok jelzik. Természetesen lehetőség van technikai segítséget is igénybe venni, vagyis goto-vezérlésű távcsövekkel is felkereshetjük Messier objektumait. Sokak szerint ennek azonban kisebb a „sportértéke”, hasonlóan a Mount Everest oxigénpalackkal vagy anélkül való meghódításához.

Ha egy térképen megvizsgáljuk a Messier-objektumok égi elhelyezkedését, azt vesszük észre, hogy a Capricornus (Bak) és a Pisces (Halak) csillagképek közötti tartományban egyetlen déli fekvésű objektum sincs. Rengeteg célpont található viszont a Sagittarius (Nyilas) és a Virgo (Szűz) csillagképek környékén. Így tehát e két égitérületnek láthatónak kell lennie a Messier-maraton éjszakája során, sőt a Nyilasnak delelnie kell, hogy déli fekvésű objektumai kellően magasra emelkedjenek. A legalkalmasabb az az időszak, amikor a Nap épp a jelzett „üres” területen, a Vízöntő csillagképben tartózkodik. Ez az időtartam március közepétől április közepéig tart, a Szűz az éjszakai égbolton ragyog, tele galaxisokkal, hajnalban viszont pirkadat előtt delel a Nyilas is.

A Messier-maraton másik, igen fontos feltétele a sötét égbolt. Ezért sikerre csakis újhold környékén lehet esélyünk, lehetőleg városoktól minél távolabb, alkalmasint egy dombtetőn. Hegyvidéki helyszín csak akkor alkalmas, ha tökéletes a horizontja, ugyanis a körpanoráma is fontos feltétel, mivel sok Messier-objektumot a látóhatár közelében kell „levadásznunk”.



A siker elengedhetetlen feltétele, hogy ismerjük az égboltot, a csillagképeket. Legyünk tisztában műszerünk teljesítőképességével és az adott nagytávok mellett elérhető látómezők méretével. Készítsunk listát az objektumokról, megfigyelési sorrendben feltüntetve őket. Ehhez az interneten találunk segítséget (<http://members.shaw.ca/rlnmish/darksky/messierplanner.htm>). Március elején és közepén a nyári Tejút láthatósága még nem jó, de kellő kitartással, kedvező átlátszóság mellett esélyünk van a Sagittarius sok objektumára, de sajnos ekkor még kimarad a déli fekvésű M69, M70, M55, M75. Április közepén, az esti szürkületben esélytelen az M77, 74, 79, ellenben hajnalban megfelelően látható mind a Tejút (benne az ekkor már kényelmesen elérhető déli Sagittarius-objektumokkal), mind az ahhoz közeli M2, M72, M73 is. 2017-ben szerencsénk lesz a holdfázissal, mivel az idei maratona legmegfelelőbb időszakban, március végén lesz újhold. Szinte bármilyen műszert használhatunk, de előnyösebbek a kisebb átmérőjű, rövid fókuszú, nagy látómezejű távcsövek. Egy binokulár (10x50-es vagy annál nagyobb) azonban elengedhetetlen kellék, hogy a nagyobb, fényesebb halmazokat gyorsan, könnyen tudjuk azonosítani.

Bár a Messier-maraton kétségkívül egyfajta verseny, sietni csak este és hajnalban kell, néhány objektumnál. Ekkor érdemes a nagyobb, fényes halmazokat binokulárral felkeresni, mert sok időt takarítunk meg ezzel. Az éjszaka legnagyobb részében nagyon sok időnk lesz arra, hogy célpontjainkat alaposan szemrevételezzünk, esetleg egyet-kettőt rajzban vagy fotón megörökítsünk. Sőt más egyéb égitesteket is felkereshetünk, több távcsővel is. Ha csak futó pillantásokat vetnénk az eléink táruló mélyég-csodákra, varázsluk eltűnne. Nézzük úgy őket, mintha most találkozoznánk velük először!

Az idei Messier-maratonra két hétvége is kínálkozik, mind március 24–26., mind pedig március 31. – április 2. között próbálkozhatunk.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
3 2	17	40	44	be	110464	6,8	20 +	32	39 D	126	+1,1	-3,3
3 2	19	30	30	be	345	7,6	21 +	15	10 É	355	+0,9	+7,9
3 2	19	43	8	be	110502	7,6	21 +	13	54 D	111	+0,2	-2,1
3 3	20	24	9	be	93398	7,3	31 +	18	44 D	123	+0,1	-2,6
3 3	21	52	20	be	491	6,0	32 +	4	74 D	93	-0,2	-1,3
3 4	19	4	9	be	626 48 Tau	6,3	42 +	42	84 D	87	+1,1	-1,1
3 4	21	4	29	be	635 $\gamma$ Tau	3,7	42 +	23	75 É	66	+0,5	-0,7
3 4	22	0	3	ki	635 $\gamma$ Tau	3,7	43 +	14	-69 É	282	+0,0	-1,6
3 5	23	35	2	be	806 111 Tau	5,0	55 +	9	60 D	116	-0,3	-1,8
3 6	19	43	7	be	951	6,6	65 +	54	79 D	101	+1,4	-1,2
3 6	20	13	21	be	95469	8,0	65 +	50	47 D	133	+1,0	-2,7
3 6	22	26	25	be	95554	7,6	66 +	30	35 D	146	+0,0	-3,2
3 7	22	38	31	be	96791	7,8	76 +	37	84 É	89	+0,9	-1,3
3 8	18	55	47	be	97640	7,3	84 +	57	60 D	129	+1,6	-1,2
3 8	19	33	57	be	1238	6,0	84 +	59	70 D	119	+1,6	-1,0

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
3 8	23	9	26	be	1247	7,0	85 +	40	63 D	127	+0,6	-2,1
3 8	23	30	0	be	97731	7,6	85 +	37	84 É	94	+0,9	-1,4
3 9	0	45	41	be	1258	6,7	86 +	24	61 É	71	+0,6	-1,0
3 9	19	5	23	be	98380 NSV 18139	7,3	91 +	51	36 D	158	+1,2	-2,7
3 10	2	22	52	be	1386	6,7	93 +	15	63 D	131	-0,1	-2,0
3 14	21	14	21	ki	1921 65 Vir	5,9	94 -	21	41 É	335	+0,4	-1,0
3 14	22	16	56	ki	1924 66 Vir	5,8	94 -	29	63 É	312	+1,0	-0,2
3 15	1	47	23	ki	1933	7,1	94 -	35	64 D	260	+2,0	-0,3
3 15	3	51	6	ki	1941 74 Vir	4,7	94 -	22	67 D	263	+1,2	-1,2
3 17	3	21	17	ki	2158	7,5	81 -	28	48 É	325	+1,4	-1,8
3 19	2	6	44	ki	2399 24 Sco	4,9	64 -	22	84 É	282	+1,6	+0,5
3 21	3	40	19	ki	161436	7,5	45 -	20	85 É	272	+1,7	+0,7

## Évfordulók

### 50 éve működik Piskés-tetőn a Cassegrain-távcső

A Piskéstetői Observatórium második távcsövét, az 50 cm tükörrátmérőjű Cassegrain-teleszkópot 1966-ban szerelték össze a gyártó cég, a Carl Zeiss Jena szakemberei.



*A Cassegrain-teleszkópot befogadó kupola...*



A távcső kupoláját Szrogh György Ybl-díjas építész tervezte. A tengerszint felett 945 méterrel levő, 750 cm fókusz távolságú távcsővel 1967 márciusában kezdődtek a tudományos észlelések. Ezek polarizációs mérések voltak, amelyeket Virághalmi Géza végzett a saját maga által tervezett és készített kétsatornás polariméterrel. Az 1970-es évek elején ugyanő (már az akadémiai Csillagvizsgáló Intézet műszaki vezetőjeként) fotoelektromos fotométert készített, lehetővé téve a rendszeres változócsillag-észleléseket. A Cassegrain-távcsővel megfigyelt objektumok főleg a nagy amplitúdójú pulzáló és fedési változók közül kerültek ki. Az ezredforduló után CCD-kamera váltotta ki a kevésbé érzékeny és egyidejűleg csak egyetlen csillag észlelésére alkalmas fotoelektromos fotométert.

és a teleszkóp (Szabados László felvételei)

## 25 éve hunyt el Paál György

Paál György (Budapest, 1934. december 31. – Budapest, 1992. március 6.) kezdeményezte a magyarországi kozmológiai kutatásokat. Tevékenységéről Balázs Lajos tanulmányában emlékezünk meg.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	21:37,1	Europa	ák
	23:18,4	Europa	ek
2	0: 6,8	Europa	áv
	1:38,9	Europa	ev
3	22:39,6	Ganymedes	ák
	1:11,3	Ganymedes	áv
	2: 5,8	Ganymedes	ek
	4: 3,8	Ganymedes	ev
	4: 7,8	Io	fk
4	20:43,0	Europa	mv
	1:29,0	Io	ák
	2:15,4	Io	ek
	3:41,2	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	4:25,5	Io	ev
	22:36,2	Io	fk
5	1:33,3	Io	mv
	19:57,3	Io	ák
	20:41,8	Io	ek
	22: 9,5	Io	áv
6	22:51,9	Io	ev
	19:59,7	Io	mv
	0:12,1	Europa	ák
9	1:37,6	Europa	ek
	2:41,6	Europa	áv
	3:58,1	Europa	ev
10	2:37,1	Ganymedes	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
10	23: 0,6	Europa	mv
11	3:22,3	Io	ák
	4: 0,7	Io	ek
12	0:29,8	Io	fk
	3:18,6	Io	mv
	21:50,6	Io	ák
	22:26,8	Io	ek
13	0: 2,9	Io	áv
	0:37,1	Io	ev
	19:14,4	Ganymedes	fv
	19:19,2	Ganymedes	mk
	21:18,2	Ganymedes	mv
	21:44,9	Io	mv
16	2:47,3	Europa	ák
	3:55,3	Europa	ek
17	21:53,6	Europa	fk
18	1:16,8	Europa	mv
19	2:23,5	Io	fk
	19:24,2	Europa	ev
	23:44,0	Io	ák
20	0:11,2	Io	ek
	1:56,3	Io	áv
	2:21,5	Io	ev
	20:40,7	Ganymedes	fk
	20:52,0	Io	fk
	23:29,5	Io	mv
21	0:38,3	Ganymedes	mv
	18:37,3	Io	ek
	20:24,7	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
21	20:47,6	Io	ev
25	0:27,9	Europa	fk
	3:31,8	Europa	mv
26	18:40,4	Europa	ák
	19:19,0	Europa	ek
	21: 9,5	Europa	áv
	21:40,4	Europa	ev
27	1:37,5	Io	ák
	1:55,1	Io	ek
	3:49,8	Io	áv
	22:45,9	Io	fk
28	0:38,9	Ganymedes	fk
	1:13,7	Io	mv
	3:56,8	Ganymedes	mv
	20: 5,9	Io	ák
	20:21,1	Io	ek
	22:18,2	Io	áv
	22:31,5	Io	ev
29	19:39,7	Io	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

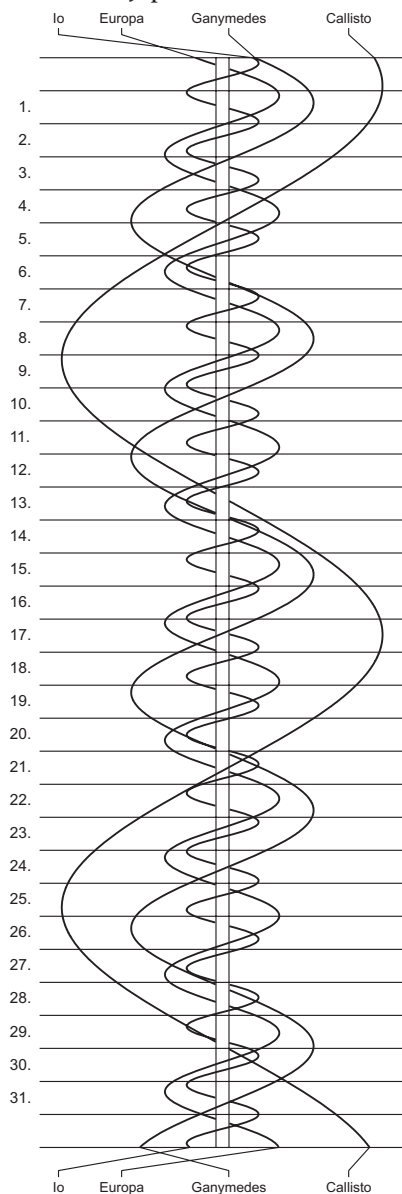
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

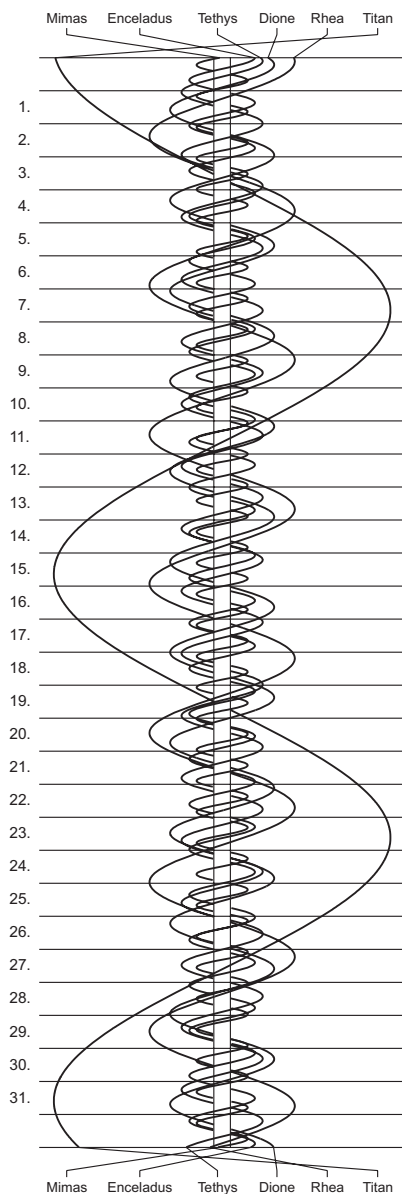
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak



## Szaturnusz-holdak



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – április**

KÖZEI

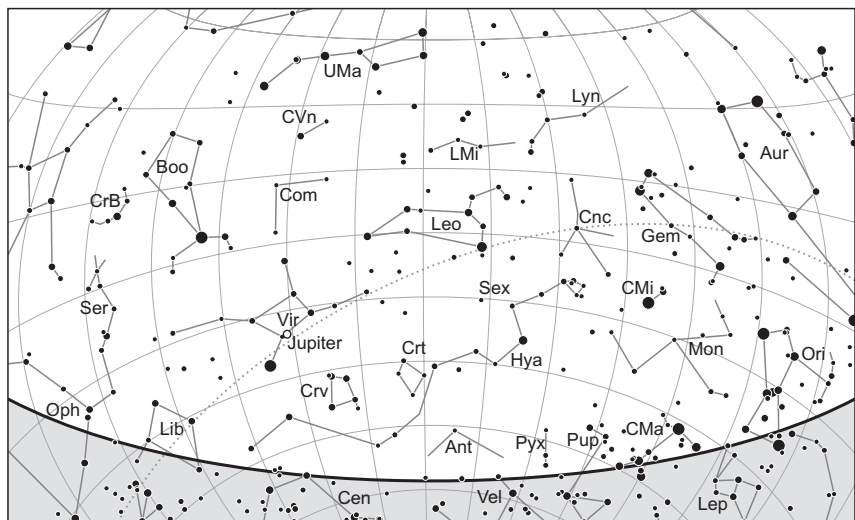
Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. sz 91.	5 22	11 47	18 14	47,2	-3,9	8 21	15 54	23 34	
2. v 92.	5 20	11 47	18 15	47,6	-3,6	9 10	16 52	–	
14. hét									
3. h 93.	5 18	11 47	18 17	48,0	-3,3	10 05	17 50	0 38	● 19 39
4. k 94.	5 16	11 47	18 18	48,4	-3,1	11 06	18 46	1 34	
5. sz 95.	5 14	11 46	18 19	48,7	-2,8	12 10	19 40	2 21	
6. cs 96.	5 12	11 46	18 21	49,1	-2,5	13 17	20 32	3 02	
7. p 97.	5 10	11 46	18 22	49,5	-2,2	14 23	21 20	3 37	
8. sz 98.	5 08	11 45	18 24	49,9	-1,9	15 29	22 07	4 07	
9. v 99.	5 06	11 45	18 25	50,2	-1,6	16 34	22 53	4 35	
15. hét									
10. h 100.	5 04	11 45	18 26	50,6	-1,4	17 38	23 37	5 01	
11. k 101.	5 02	11 45	18 28	51,0	-1,1	18 41	–	5 27	○ 7 08
12. sz 102.	5 00	11 44	18 29	51,3	-0,8	19 42	0 21	5 54	
13. cs 103.	4 59	11 44	18 31	51,7	-0,6	20 42	1 06	6 22	
14. p 104.	4 57	11 44	18 32	52,1	-0,3	21 41	1 51	6 53	
15. sz 105.	4 55	11 44	18 33	52,4	-0,1	22 37	2 36	7 28	
16. v 106.	4 53	11 43	18 35	52,8	+0,1	23 30	3 23	8 06	
16. hét									
17. h 107.	4 51	11 43	18 36	53,1	+0,4	–	4 10	8 51	
18. k 108.	4 49	11 43	18 38	53,5	+0,6	0 18	4 59	9 40	
19. sz 109.	4 47	11 43	18 39	53,8	+0,8	1 02	5 47	10 35	● 10 57
20. cs 110.	4 45	11 42	18 40	54,2	+1,0	1 42	6 36	11 35	
21. p 111.	4 44	11 42	18 42	54,5	+1,2	2 18	7 25	12 39	
22. sz 112.	4 42	11 42	18 43	54,8	+1,4	2 51	8 15	13 47	
23. v 113.	4 40	11 42	18 45	55,2	+1,6	3 22	9 05	14 58	
17. hét									
24. h 114.	4 38	11 42	18 46	55,5	+1,8	3 52	9 56	16 11	
25. k 115.	4 37	11 42	18 47	55,8	+2,0	4 22	10 49	17 27	
26. sz 116.	4 35	11 41	18 49	56,2	+2,2	4 55	11 44	18 45	● 13 16
27. cs 117.	4 33	11 41	18 50	56,5	+2,3	5 31	12 41	20 03	
28. p 118.	4 31	11 41	18 52	56,8	+2,5	6 12	13 41	21 18	
29. sz 119.	4 30	11 41	18 53	57,1	+2,6	7 00	14 41	22 27	
30. v 120.	4 28	11 41	18 54	57,4	+2,7	7 55	15 42	23 29	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## április

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 845	2 38 11	Hugó, Pál
2.	2 457 846	2 42 08	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 457 847	2 46 04	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 457 848	2 50 01	Izidor
5.	2 457 849	2 53 57	Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 457 850	2 57 54	Vilmos, Bíborka, Dénes
7.	2 457 851	3 01 50	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 457 852	3 05 47	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 457 853	3 09 43	Erhard, Dusán, Vince
10.	2 457 854	3 13 40	Zsolt
11.	2 457 855	3 17 37	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 457 856	3 21 33	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 457 857	3 25 30	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 457 858	3 29 26	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lília
15.	2 457 859	3 33 23	Anasztázia, Tas
16.	2 457 860	3 37 19	<i>Húsvét</i> ; Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 457 861	3 41 16	<i>Húsvét</i> ; Rudolf, Anasztázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 457 862	3 45 12	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 457 863	3 49 09	Emma, Malvin
20.	2 457 864	3 53 06	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 457 865	3 57 02	Konrád, Zsombor
22.	2 457 866	4 00 59	Csilla, Noémi
23.	2 457 867	4 04 55	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 457 868	4 08 52	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 457 869	4 12 48	Márk, Ervin
26.	2 457 870	4 16 45	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 457 871	4 20 41	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 457 872	4 24 38	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 457 873	4 28 35	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 457 874	4 32 31	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia

29. A csillagászat napja (szombat)



*A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** 1-jén van legnagyobb keleti kitérésben,  $19^\circ$ -ra a Naptól. Egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, jól megfigyelhető a nyugati ég alján. Láthatósága azonban néhány nap elteltével gyorsan romlik. 15-én már csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után, és belevész az alkonyatba. 20-án alsó együttállásban van a Nappal. A hónap további részében nem lesz megfigyelhető.

**Vénusz:** Napkelte előtt látható a keleti ég alján mint ragyogó fényű égitest. A hónap elején egy, a végén másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,2^m$ -ról  $-4,7^m$ -ra nő, átmérője  $57,9''$ -ről  $38,5''$ -re csökken, fázisa  $0,02$ -ről  $0,26$ -ra nő.

**Mars:** Előretartó mozgást végez a Kos, majd 12-étől a Bika csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a látóhatár közelében a nyugati égen, este nyugszik. Fényessége  $1,5^m$ -ről  $1,6^m$ -ra, látszó átmérője  $4,2''$ -ről  $3,9''$ -re csökken.

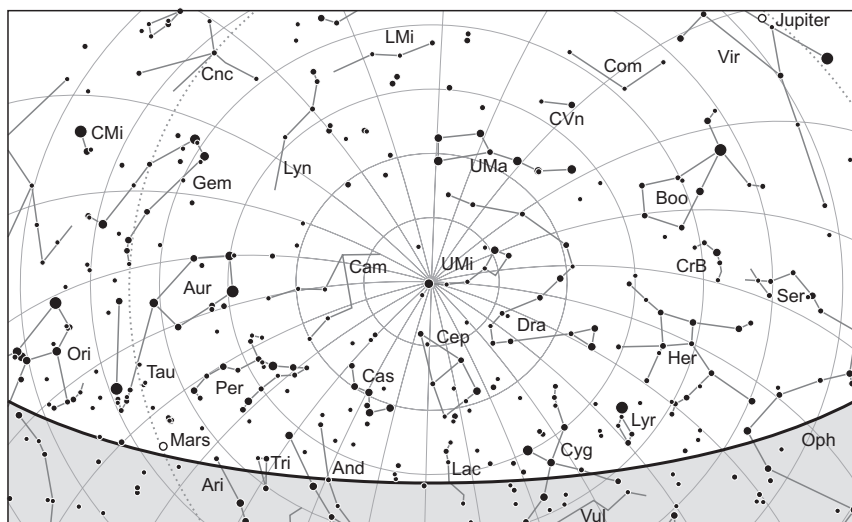
**Jupiter:** Folytatja hátráló mozgását a Szűz csillagképben. 7-én szembenállásban van a Nappal. Egész éjszaka kitűnően megfigyelhető a déli égen ragyogó, sárgásfehér fényű égitestként. Fényessége  $-2,5^m$ , átmérője  $44''$ .

**Szaturnusz:** A Nyilas csillagképben tartózkodik, előretartó mozgása 6-án hátrálóvá változik. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében a délkeleti-déli égen látható. Fényessége  $0,4^m$ -ról  $0,3^m$ -ra, átmérője  $17''$ -ről  $18''$ -re nő.

**Uránusz:** A hónap első felében sötétedés után kereshető, este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. 20-a után elvész az egyre közelebb látszó Nap fényében.

**Neptunusz:** A hónap döntő részében nem figyelhető meg. Az utolsó napokban már megkísérrelhető felkeresése a Vízöntő csillagképben, ahol továbbra is előretartó mozgást végez.





*Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

04.01.	10:18	a Merkúr legnagyobb keleti elongációja ( $19,0^\circ$ , $-0,1^m$ , $7,6''$ átmérő, 41% fázis, Kos csillagkép)
04.01.	17:45	a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $12,2^\circ$ , $0,0^m$ , fázisa 40%
04.02.	7:47	a Hold maximális librációja ( $l = +3,21^\circ$ , $b = +6,25^\circ$ , 33,8%-os, növekvő holdfázis)
04.03.	6:14	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 59'$ -nél (44,3%-os, növekvő holdfázis)
04.03.	18:39	első negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője $32' 2''$ )
04.04.	2:28	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös $22'$ -cel északra látható a 7 Draconistól ( $4,4^m$ ) a hajnali szürkületben
04.04.	18:27	a (4) Vesta kisbolygó ( $7,7^m$ ) $4,5^\circ$ -cel északra látható az NGC 2420 nyílthalmaztól ( $8,3^m$ ) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
04.04.	21:04	a 62,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $2' 58''$ -cel északra látható a 3 Cnc ( $5,6^m$ )
04.06.	2:23	a Szaturnusztól $53'$ -cel keletre látható az NGC 6469 nyílthalmaz ( $8,2^m$ ) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
04.06.	18:30	a Marstól $11' 17''$ -cel délnyugatra látható az 53 Ari ( $6,1^m$ ) az esti szürkületben

**Dátum Időpont Esemény**

- 04.06. 18:43 a 80,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4' 18"-cel délre látható a 18 Leo (5,7<sup>m</sup>)
- 04.06. 20:38 a Hold mögé belép a 21 Leonis (6,9<sup>m</sup>, 81%-os, növekvő holdfázis)
- 04.07. 1:31 az (1581) Abanderada kisbolygó (15,0<sup>m</sup>) elfedi az UCAC4-392-059360-at (10,9<sup>m</sup>) a Mérleg csillagképben
- 04.07. 21:39 a Jupiter oppozícióban a Szűz csillagképben
- 04.08. 1:47 a Jupiter eléri legnagyobb látszó fényességét, -2,5<sup>m</sup>-t a Szűz csillagképben
- 04.08. 7:07 a Hold minimális librációja ( $l = +5,20^\circ$ ,  $b = -1,42^\circ$ , 91,4%-os, növekvő holdfázis)
- 04.08. 21:23 a Jupiter földközeli, távolsága 4,45 CSE, látszó átmérője 44,2"
- 04.10. 22:42 a Jupiter 1,4°-kal délnyugatra látható a 99,8%-os, növekvő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben
- 04.11. 6:08 telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29' 58")
- 04.14. 0:04 a Hold mögé belép a  $\gamma$  Librae (3,9<sup>m</sup>, 93%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 01:24 UT-kor
- 04.14. 5:30 az Uránusz együttállásban a Nappal
- 04.14. 21:37 az Uránusz földtávolban, távolsága 20,933085 CSE, látszó átmérője 3,3"
- 04.15. 9:57 a Hold földtávolban (földtávolság 405 445 km, látszó átmérő: 29' 28,3", 84,6%-os, csökkenő holdfázis)
- 04.16. 1:59 a Jupitertől 23,5'-cel délnyugatra látható az NGC 4941 galaxis (11,1<sup>m</sup>) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 04.16. 19:30 a (26) Proserpina (11,9<sup>m</sup>) és a (275) Sapia (12,8<sup>m</sup>) kisbolygók 25,3'-es közelsége az Oroszlán csillagképben
- 04.17. 0:28 a 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák-üstökös 7'-cel délkeletre látható az  $\eta$  Draconistól (2,7<sup>m</sup>)
- 04.17. 3:19 a Szaturnusz 4,9°-kal délnyugatra látható a 71,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
- 04.17. 13:16 a Hold eléri legkisebb deklinációját  $-19^\circ 6'$ -nél (67,7%-os, csökkenő holdfázis)
- 04.19. 9:57 utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30' 8")
- 04.19. 22:30 a (12) Victoria kisbolygó oppozícióban (9,8<sup>m</sup>, Szűz csillagkép)
- 04.20. 9:23 a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 1,6°-kal északnyugatra)
- 04.21. 18:56 a Mars és a Fiastyúk együttállása az esti égen
- 04.22. 6:54 a Hold maximális librációja ( $l = -7,40^\circ$ ,  $b = +0,56^\circ$ , 22,3%-os, csökkenő holdfázis)
- 04.22. 12:00 A Lyridák meteorraj maximuma (ZHR = 18) a nappali órákra. A raj megfigyelésével a hajnali órákban próbálkozhatunk, a fogyó Hold azonban kissé zavarja a megfigyeléseket.
- 04.25. 19:00 a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
- 04.26. 2:29 az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
- 04.26. 12:16 újhold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 33' 9")
- 04.26. 15:14 a Vénusz eléri legnagyobb látszó fényességét, -4,7<sup>m</sup>-t a Halak csillagképben

**Dátum Időpont Esemény**

04.27.	9:44	a Hold minimális librációja ( $l = -1,05^\circ$ , $b = +6,46^\circ$ , 1,4%-os, növekvő holdfázis)
04.27.	16:08	a Hold földközelen (földtávolság 359 339 km, látszó átmérő: $33' 15,2''$ , 2,2%-os, növekvő holdfázis)
04.27.	18:24	30 óra 8 perces holdsarló $5,2^\circ$ magasan az esti égen (a Marstól $12^\circ$ -kal délnyugatra)
04.27.	23:43	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös $6'$ -cel északkeletre látható a 82 Herculistól ( $5,4^m$ )
04.28.	18:24	a Hold mögé belép az Aldebaran ( $\alpha$ Tauri, $0,9^m$ , 7%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:14 UT-kor
04.28.	19:25	a Mars, a Hold, a Hold mögül kibújó Aldebaran és a Fiastyúk együttállása az esti szürkületben a Bika csillagképben

**A Hold a Jupiter mellett április 10-én**

Április 10-én az egész év egyik legszebb bolygóegyüttállása következik be a késő esti órákban. Égi kísérőnk a bolygók királya, a Jupiter szomszédságában látható. 21:00 UT körül a Hold és a Jupiter távolsága alig  $1^\circ$  (a holdperemtől mérve), de egész éjjel egymás közelében maradnak, így mind kora este a keleti, mind hajnalban a nyugati égbolton készíthetünk olyan asztrotájképeket, amelyeken szerepel az égi páros.

**Április 28-án a Hold elfedi az Aldebarant**

Különleges, látványos eseményre kerül sor április 28-án, hiszen az erős szürkületben a vékony holdsarló fogja elfedni az Aldebarant. A Hold kora két nap, pontosabban 54 óra telt el újhold óta, így mindössze  $31^\circ$ -ra van a Naptól. A Nap még csak  $4\text{--}8^\circ$ -ra



*Az Aldebaran belépése a Hold mögé és kibukkanása a Hold mögül*

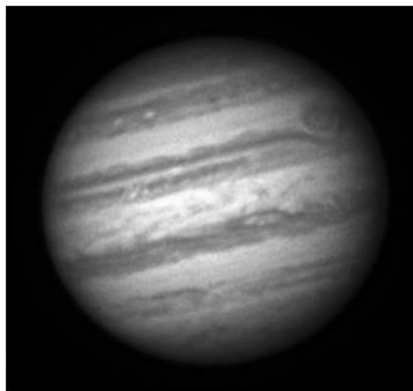
lesz a horizont alatt (a keleti országrészben lesz alacsonyabban), amikor a Hold erős hamuszürke fényben fürdő északai oldalának peremét megközelíti a vörös, vibráló Aldebaran, majd rövid halványodással eltűnik mögötte. A belépés az északi holdnegyedben következik be, ekkor kísérőnk kényelmes magasságban, 15-19°-kal a horizont felett lesz észlelhető. A kilépésre 50 perccel később kerül sor, amikor a Hold már csak 7-10° magasan lesz. A megfigyeléshez jó északnyugati horizontot keresünk, a kilépés azimutja 285°. Erre az időpontra már jól besötétedik, a Nap 11-15°-kal lesz a horizont alatt. Hosszabb expozíciókkal sem nagyon fog beégni a Hold. Kilépéskor óvatosabban exponáljunk, hiszen nem a hamuszürke fény mellett, hanem a fényes holdperemen fog kilépni a csillag. Bár általában éles kontraszt látszik a narancsvörös Aldebaran és az ezüstös holdfelszín között, ilyen alacsonyan már sárgás színű Holdat láthatunk.

Aldebaran-fedés 2017. április 28-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	18 23 20	-4	19	63N	64		19 13 59	-11	10	-73N	287	
Szombathely	18 23 40	-4	19	64N	65		19 14 43	-12	10	-75N	286	
Zalaegerszeg	18 24 1	-5	18	65N	66		19 15 18		10	-75N	285	
Győr	18 23 42	-5	18	62N	63		19 13 48		10	-73N	288	
Kaposvár	18 24 41	-6	18	66N	67		19 15 53		9	-76N	285	
Veszprém	18 24 12	-5	18	64N	64		19 14 42		9	-74N	287	
Tatabánya	18 23 52	-5	18	62N	63		19 13 56		9	-73N	288	
Pécs	18 25 3	-6	17	66N	67		19 16 13		8	-76N	284	
Székesfehérvár	18 24 17	-6	17	63N	64		19 14 26		9	-73N	288	
Szekszárd	18 24 59	-6	17	65N	66		19 15 44		8	-75N	286	
Paks	18 24 49	-6	17	64N	65		19 15 15		8	-75N	286	
Budapest	18 24 17	-6	17	62N	63		19 13 50		9	-72N	289	
Kecskemét	18 24 53	-7	16	63N	64		19 14 36		8	-73N	288	
Salgótarján	18 24 10	-6	16	59N	60		19 12 40		8	-70N	291	
Szeged	18 25 28	-7	16	64N	65		19 15 33		7	-75N	286	
Miskolc	18 24 28	-7	16	59N	59		19 12 25		8	-69N	292	
Debrecen	18 25 2	-8	15	60N	60		19 13 8		7	-70N	291	
Nyíregyháza	18 24 49	-7	15	58N	59		19 12 25		7	-69N	292	

## Oppozícióban a Jupiter

A Szűz csillagképben járó óriásbolygó szembenállására április 7-én kerül sor. A -2,5 magnitúdós és 44"-es bolygó jól megfigyelhető, delelésekor 38°-kal emelkedik a horizont fölé. A szembenállás estéjén 19:40 UT-kor a centrálmeridiánon vonul át az Északi Poláris Régió fölött a Ganymedes, fölötte közvetlenül a hold fekete árnyéka. Ha a pillanatképek és egyéjszakás animációk mellett a kitartó észlelők több hetes, egy-két hónapos időintervallumban ugyanazon CM hosszúságról készítenek képeket, azokon a



széláramokban tovasodródó alakzatok mozgását is nyomon követhetik. A Galilei-holdak észlelésére is jó lehetőségünk van: oppozíciókor a Ganymedes 1,63", a Callisto 1,49", az Io 1,12", az Europa pedig 0,97" átmérőjű lesz. Nagyobb, 25-30 cm-es műszerekkel felszíni részleteket láthatunk, illetve fotózhatunk a Ganymedesen és az Ión.

*A Jupiter Szántó Szabolcs felvételén, 2016. április 16-án, 17:17 UT-kor. A kétesztatú SEB-ben nemrég kelt fel a Nagy Vörös Folt, felette az SSTB-ben az A3, A4 és A5 fehér ovólok látszanak. 25,4 T.*

4

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** Hiába nő  $15^\circ$ -ot a deklinációja, és éri el maximális, a számítások szerint 7 magnitúdós fényességét, csökkenő elongációja miatt nagyon rossz helyzetben észlelhetjük a hajnali, délkeleti horizont felett. Reális esély csak akkor kínálkozik megfigyelésre, ha a vártnál jóval fényesebb lesz, különösen a hó végén, amikor a csillagászati szürkület kezdetén már csak  $5^\circ$  magasan lesz. A Capricornusból az Aquarius kétszeri érintésével a Pisces nyugati szegletéig jutó üstökös megtalálását igazán fényes csillagok sem segítik, 16-án fél fokkal délre kereshetjük az 5,1 magnitúdós 46 Capricornitól, 27-én pedig  $23'$ -cel északra látható az 5,0 magnitúdós  $\kappa$  Aquariitól.

**C/2015 V2 (Johnson).** A stacionárius pontját elhagyó üstökös délnyugati irányba mozog a Hercules csillagképben, miközben földtávolsága 1,3 és 1,0 CSE között, naptávolsága pedig 1,9 és 1,7 CSE között csökken. A két hatás együttes eredményeként látszó mozgása a hónap folyamán nyolcszorosára gyorsul, miközben fényessége 8,5 és 7,5 magnitúdó között növekszik. A várhatóan bonyolult szerkezetű porcsóvát mutató üstökös mozgásának további érdekessége, hogy április 25-én hajnalban nagyjából  $1,5'$ -re lesz attól a pozíciótól, ahol február 20-án hajnalban észlelhetjük. Fotósok számára remek képpár készíthető az ugyanazon csillagmező előtt látszó, de közben jelentősen megváltozó üstökösről.

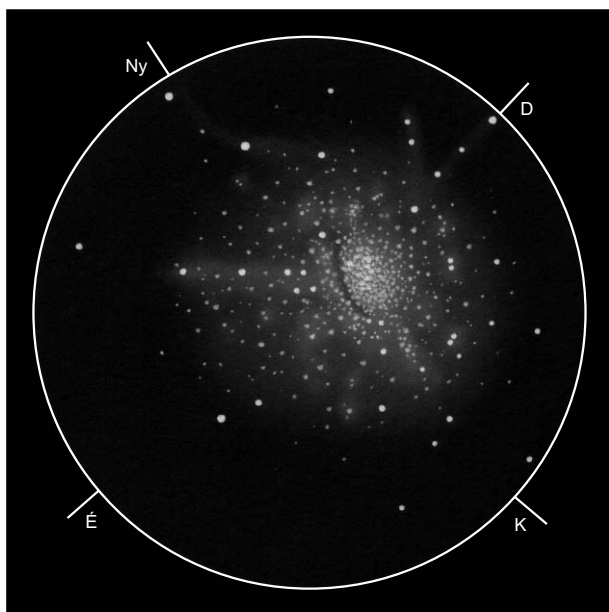
**41P/Tuttle-Giacobini-Kresák.** Ez a másfél évszázada ismert, száz év alatt háromszor is felfedezett földközeli üstökös április 5-én eléri évszázados, 0,148 CSE-s földközelségét, ami 13-i napközelségével ( $q = 1,045$  CSE) párosulva a szabad szemes láthatóság közelébe repíti fényességét. A hónap közepén 6,5 magnitúdós maximális fényességet elérő üstökös szinte végig cirkumpoláris lesz, így csak a perihélium környékére eső telehold idején kell lemondanunk néhány napra a várhatóan nagy és diffúz üstökös sötét égen történő megfigyeléséről. A földközelség idején naponta  $1,9^\circ$ -ot haladó üstökös egy hajnalnyit az Ursa Majorban, majd a Draco, az Ursa Minor, ismét a Draco, a hónap utolsó napjaiban pedig a Hercules csillagképben láthatjuk. A nagy amplitúdójú

kitöréseiről is nevezetes kométa 17-én hajnalban néhány ívpercre lesz az  $\eta$  Draconistól, 25-én hajnalban a  $\beta$  Draconistól  $1^\circ$ -kal nyugatra láthatjuk, a hónap utolsó hajnalán pedig az  $\iota$  Herculistól  $50'$ -cel nyugatra fog mutatkozni.

### Messier 3: gömbhalmaz a Canes Venaticiben

Az M3 különleges színfolt a tavaszi éjszaka számtalan halvány galaxisa között: az északi égbolt fényes gömbhalmazainak egyetlen igazán látványos és fényes tavaszi képviselője. A gömbhalmazok közül benne található az eddig ismert legtöbb, körülbelül 180 változócsillag. Ezek az úgynevezett RR Lyrae típusú (és gyakori előfordulási helyükről halmazváltozónak is nevezett) változók óriás és szubóriás csillagok, amelyek már elfogyasztották magjuk hidrogénkészletét, és héliumfúzió révén fejlesztenek energiát. A Hertzsprung–Russell-diagram instabilitási zónájában – meghatározott tömeg és hőmérséklet, átmérő esetén – ezek a csillagok pulzálni kezdenek, méghozzá  $0,5$ – $1$  magnitúdós amplitúdóval,  $10$ – $30$  órás periódussal. A periódustól függetlenül közel azonos az abszolút fényességük, ennek alapján a halmaz távolsága meghatározható.

A  $6,2$  magnitúdós gömbhalmaz környezetében nagyon kevés csillag látszik, és messze is található a fényes csillagoktól, így némi tapasztalatot igényel a felkeresése. Binokulárral vagy keresőtávcsövekkel az M3 érdekes látvány, hiszen a szabad szemmel



*Kernya János Gábor rajza az M3-ról (30 T, 218 $\times$ , 12')*



Kovács Attila fotója az M3-ról, 20 cm-es reflektorral

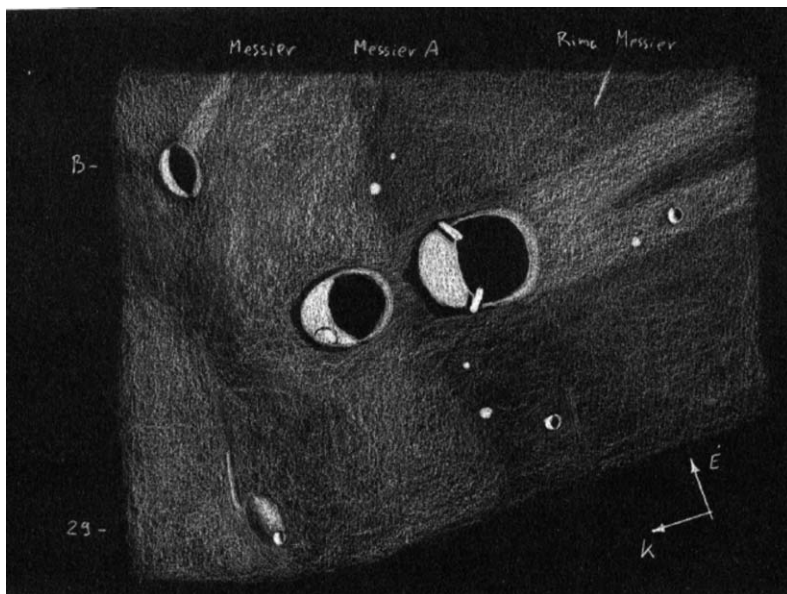
sivár környéken elég sok 6-8 magnitúdós csillag hinti tele az ég bársonyát. Mérete vizuálisan 10' körüli, ami a valós kiterjedés fele, a halvány külső régiók megpillantását csak igen-igen sötét égen remélhetjük. 8 cm-es refraktorral, 150-szeres nagyítással az M3 lélegzetelállító látvány. Tömör magjából szinte nyílegyenes, radiális csillaglángok, úgynevezett „póklábak” indulnak ki, amelyek véletlenszerű csillagsűrűsödések, egymásra vetülő alakzatok eredőjeként jönnek létre.

30 cm-es távcsőben, 218-szoros nagyítást alkalmazva az M3 magvidéke hozzátetve kelet–nyugat irányban megnyúlnak látszik. Felszínét pozíció szerint nem rögzíthető halvány csillagok sűrű együttese teszi mozgalmassá: mintha csillogó kristályszemcséket hintettek volna a Kozmosz sötétjébe. A centrumot övező területei foltosak, illetve ködös sávok ékesítik azokat. A teljes felületen 35-40 fényesebb halmaztag számolható össze. Határozottan érezhető egy vékony, kissé ívelt sötét „hasadék” (csekélyebb csillagsűrűségű tartomány), amely a magvidék észak-északnyugati határát képezi. Ez az érdekes részlet a gömbhalmazról készített rövid expozíciós idejű felvételek némelyikén ugyancsak érzékelhető.

## A Messier-kráter

A Messier és a Messier A kráterkettőse a Hold tőlünk látható felszínének egyik legkülönbözőbb alakzata. A Hold keleti pereméhez közel, a Mare Fecunditatis nyugati felén két kisméretű, de fényes belsejű krátert találunk szorosan egymás mellett. A keleti a Messier, mérete 9×11 kilométer, nyugatra fekvő társa pedig a valamivel nagyobb, 13×11 kilométeres Messier A. Ez utóbbi kráterből két igen fényes és egymással párhuzamos sugársáv indul ki, amelyek egészen a Mare Fecunditatis nyugati pereméig követhetők. A két kis kráter a kettős sugársávval már a legkisebb műszerekkel, akár egy jobb binokulárral is megfigyelhető. Űstökösszerű megjelenésének köszönhetően nem is lehetett volna megfelelőbb alakzatot választani Charles Messier emlékének. Ha nagyobb műszerekkel és nagy nagyítással figyeljük meg krátereinket, feltűnik kelet–nyugat irányú elnyúltságuk, ami azért különös, mert ezek a kráterek egészen a holdperem közelében fekszenek, amiből következően, ha kör alakúak lennének, éppen észak–déli elnyúltságot várnánk. Mi lehet a furcsa megjelenés magyarázata, hogyan keletkeztek ezek a kráterek és a sugársáv?

A Messier-kettőskráter kialakulásáról és a kráterek folyamatos változásáról meglehetősen vad elképzelések láttak napvilágot a 18. század óta. A kráterek első leírása Schröteről származik, aki megemlíti a kráterek alak- és méretváltozásait is. Schröter



A Messier- és Messier A-kráterek Görgei Zoltán rajzán, amely a Polaris Csillagvizsgáló 200/2470 refraktorával, 274-es nagyítással történt észlelés alapján, 2008.11.15-én készült

követője, Gruithuisen egyenesen mesterséges alakzatnak gondolja a sugársávot. William Henry Pickering a 19–20. század fordulóján *hókrátereknek* véli az alakzatokat és általában azokat a krátereket, amelyeknek magas napállásnál fényesen látható a belsejük és a sáncaik. Ma már tudjuk, hogy ezek a kráterek a legfiatalabb becsapódási alakzatok a Holdon, és csak azért fényesek és látszik körülöttük fényes sugársáv, mert a kozmikus erózió még nem tette meg a hatását. Schröterhez hasonlóan Pickering is részletes leírást ad a Messier-kráterek megjelenésének időszakos változásairól, amit elméletében a jég elpárolgásával, majd kicsapódásával igyekszik magyarázni. Fontos megjegyeznünk, hogy a Messier A-kráter egy időben Pickering nevét viselte, de ezt a nevet az IAU sohasem ismerte el hivatalosan, már csak azért sem, mert egy 15 kilométeres kráter a holdkorong közepe környékén William bátyja (és főnöke) Edward Pickering után kapta a nevét, és úgy tűnik, hogy a nemzetközi csillagászati szervezet nem akart két Pickering-krátert.

Ma már minden kétséget kizáróan megmagyarázható ezeknek a krátereknek a kialakulása egy kelet felől rendkívül lapos szögben érkező aszteroida becsapódásával. Gault és Wedekind elmélete szerint a nagyjából  $1^\circ$ -os szögű becsapódásban a becsapódó égitest először a Messier-krátert hozta létre (ami megmagyarázza a kráter elnyúlt alakját, valamint a pillangószerű kidobódott törmelékét), majd a becsapódó égitestnek a becsapódáskor visszapattanó, majd újra becsapódó része alakította ki a Messier A-t.



## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
4 1	18	13	42	be	741	5,5	27 +	40	70 É	67	+1,1	-0,4
4 2	20	53	23	be	95168	8,0	39 +	25	72 D	109	+0,3	-1,8
4 2	21	0	25	be	95174	7,7	39 +	24	89 É	91	+0,3	-1,4
4 3	20	38	31	be	96393	7,6	51 +	36	21 D	166	-0,4	-4,9
4 4	20	18	13	be	97439	7,5	62 +	47	22 D	169	-0,1	-5,0
4 4	22	1	13	be	97512	7,4	62 +	31	89 É	100	+0,6	-1,6
4 5	19	47	28	be	98227	8,0	72 +	55	43 D	152	+0,9	-2,9
4 6	20	38	29	be	1448 21 Leo	6,9	81 +	52	75 É	93	+1,7	-0,7
4 14	0	4	9	be	2223 $\gamma$ Lib	3,9	93 -	27	-80 É	86	+2,0	+0,5
4 14	1	23	39	ki	2223 $\gamma$ Lib	3,9	93 -	27	55 É	312	+1,6	-1,2
4 15	0	18	3	ki	2352	7,0	87 -	23	43 É	322	+1,1	-0,7
4 17	2	28	7	ki	2611 V4379 Sgr	7,1	71 -	22	67 É	291	+1,8	-0,1
4 28	18	24	17	be	692 $\alpha$ Tau	0,9	7 +	17	62 É	63	+0,3	-0,6
4 28	19	13	50	ki	692 $\alpha$ Tau	0,9	8 +	9	-72 É	289	-0,2	-1,6
4 30	19	57	48	be	96047	7,5	25 +	23	53 É	60	+0,6	-0,6
4 30	21	21	18	be	96110	7,3	25 +	9	75 D	112	-0,3	-1,6
4 30	21	31	43	be	1040	6,4	26 +	7	43 D	144	-0,6	-2,3

## Évforduló

## 200 éve hunyt el Charles Messier

*Charles Messier* (Badonviller, 1730. június 26. – Párizs, 1817. április 12.) francia csillagász, híres üstökösfelfedező, a Messier-katalógus összeállítója. Tizenkét gyermeke családban született, tizedik gyermekként. Apja törvényszéki végrehajtó volt, aki Charles 11 éves korában halt meg. Ettől kezdve a fiút testvére, Hyacinthe tanította, aki a herceg udvarában látott el adminisztrációs teendőket. Charles érdeklődése a csillagászat iránt az 1743. évi „hatsóvás” üstökös látványa nyomán támadt föl.

1751-ben Hyacinthével együtt Párizsba költöztek, Messier ekkor jelentkezett a tengerészeti csillagásznál. *Joseph-Nicolas Delisle* pártfogásába vette Messier-t, aki így a tengerészet által bérelt Hôtel de Clunyban – a Szent Mihály út Szajnához közeli részén álló épület a mai Középkori Művészeti Múzeum – lakhatott, és az épületben létesített obszervatóriumban végezhetette megfigyeléseit, ezek közül a legkorábbi a Merkúr 1753-as átvonulása.

Delisle azt kérte Messier-től, hogy kísérletezzon Halley számításainak igazolásával, és próbálja megtalálni a Halley-üstököszt a megjósolt visszatérésekor. Messier azonban hibás adatokból dolgozott, így az újrafelfedezésről lekésett. A keresés 1759 januárjában sikerrel járt, de ezt Delisle több hónapon keresztül titkolta a nyilvánosság előtt. A Halley-üstökös keresése közben talált Messier egy másik (akkor már ismert) üstököszt is, valamint a Bika csillagképben egy üstököshöz hasonló ködösségre lett figyelmes, amely nem mozgott. Élményei hatására üstökösök keresésébe kezdett, és azt is elhatározta,

hogy katalógusba gyűjti a távcsövével látható, üstököshöz hasonló, de nem mozgó ködösségeket. Összesen 15 üstökös felfedezőjeként tartják számon.

1771-ben közölte első katalógusát a nem mozgó ködökről, felhasználva saját felfedezéseit, és a Derham, Hevelius, de La Caille, Maraldi és le Gentil által leírt ködös objektumok újraészlelését is. Még a katalógus közlése előtt tagjává választotta a haarlemi, a londoni, az auxerre-i, a bolognai, a svéd és a porosz akadémia, díszdoktorává a bolognai és az auxerre-i egyetem; a katalógus megjelenése után a belga, orosz, ír akadémia, illetve 1772-ben a Királyi Magyar Egyetem (Nagyszombat) is.

Messier a következő tíz évben a fiatal *Pierre Mechain*mel közösen tovább dolgozott a katalógus kiegészítésén. 1781-re napvilágot látott a harmadik kiadás, 103 ködös objektum leírásával. Ezeket az utókor 110-re szokta kiegészíteni, Messier hátramaradt jegyzetei alapján.

A francia forradalom napjaiban hallgattak a múzsák. Messier több mecénása guillotine alá jutott, a tudományos intézményeket bezárták. A forradalom után a csillagász a Hosszúságok Irodájába került. Régi lendülete már megtört, az öregedő csillagászt egy súlyos baleset (10 méter magasról leesett) és látásának romlása, majd 1815-től agyvérzéses bénulása is akadályozta a munkában. Utolsó észlelését a C/1807 R1 üstökösről végezte. Az Hôtel de Clunyben halt meg, 87 éves korában.

Nevét egy holdkráter és a (7359) Messier kisbolygó őrzi.



### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3: 2,1	Europa	fk
2	21:16,3	Europa	ák
	21:34,2	Europa	ek
	23:45,2	Europa	áv
	23:56,2	Europa	ev
3	3:31,2	Io	ák
	3:38,7	Io	ek
4	0:40,0	Io	fk
	2:57,7	Io	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	18:53,1	Europa	mv
	21:59,6	Io	ák
	22: 4,6	Io	ek
5	0:11,8	Io	áv
	0:15,2	Io	ev
	19: 8,5	Io	fk
	21:23,7	Io	mv
6	18:40,2	Io	áv
	18:41,1	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
7	18:30,3	Ganymedes	ák
	18:42,2	Ganymedes	ek
	20:46,0	Ganymedes	ev
	20:57,2	Ganymedes	áv
9	23:49,1	Europa	ek
	23:52,5	Europa	ák
10	2:11,8	Europa	ev
	2:21,1	Europa	áv
11	2:30,3	Io	mk
	18:44,7	Europa	mk
	21:21,0	Europa	fv
	23:48,2	Io	ek
	23:53,5	Io	ák
12	1:58,9	Io	ev
	2: 5,5	Io	áv
	20:56,2	Io	mk
	23:15,8	Io	fv
13	18:14,1	Io	ek
	18:21,9	Io	ák
	20:24,8	Io	ev
	20:34,0	Io	áv
14	21:56,7	Ganymedes	ek
	22:28,2	Ganymedes	ák
15	0: 3,4	Ganymedes	ev
	0:54,1	Ganymedes	áv
17	2: 4,3	Europa	ek
	2:29,0	Europa	ák
18	20:58,3	Europa	mk
	23:54,8	Europa	fv
19	1:32,1	Io	ek
	1:47,4	Io	ák
	22:40,4	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
20	1:10,2	Io	fv
	18:15,7	Europa	áv
	19:58,1	Io	ek
	20:15,9	Io	ák
	22: 8,9	Io	ev
	22:27,8	Io	áv
21	19:38,9	Io	fv
22	1:12,3	Ganymedes	ek
	2:26,6	Ganymedes	ák
25	19: 0,2	Ganymedes	fv
	23:12,6	Europa	mk
26	2:28,7	Europa	fv
27	0:25,1	Io	mk
	18:24,5	Europa	ák
	19:53,8	Europa	ev
	20:52,1	Europa	áv
	21:42,5	Io	ek
	22:10,0	Io	ák
	23:53,4	Io	ev
28	0:21,7	Io	áv
	18:51,4	Io	mk
	21:33,5	Io	fv
29	18:50,2	Io	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

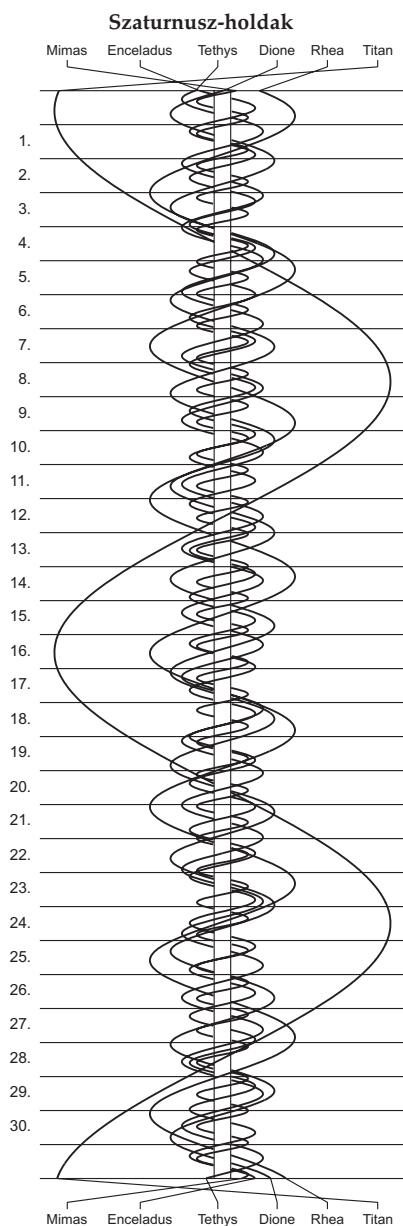
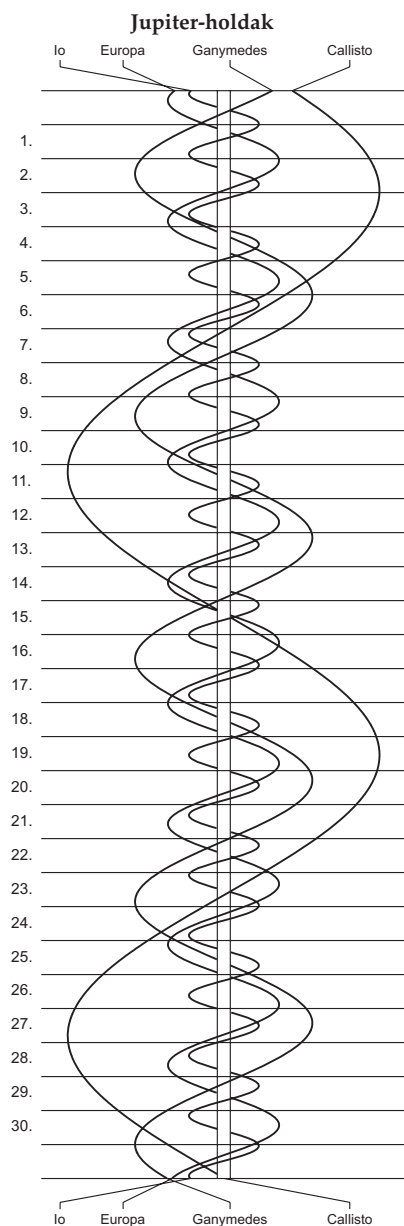
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

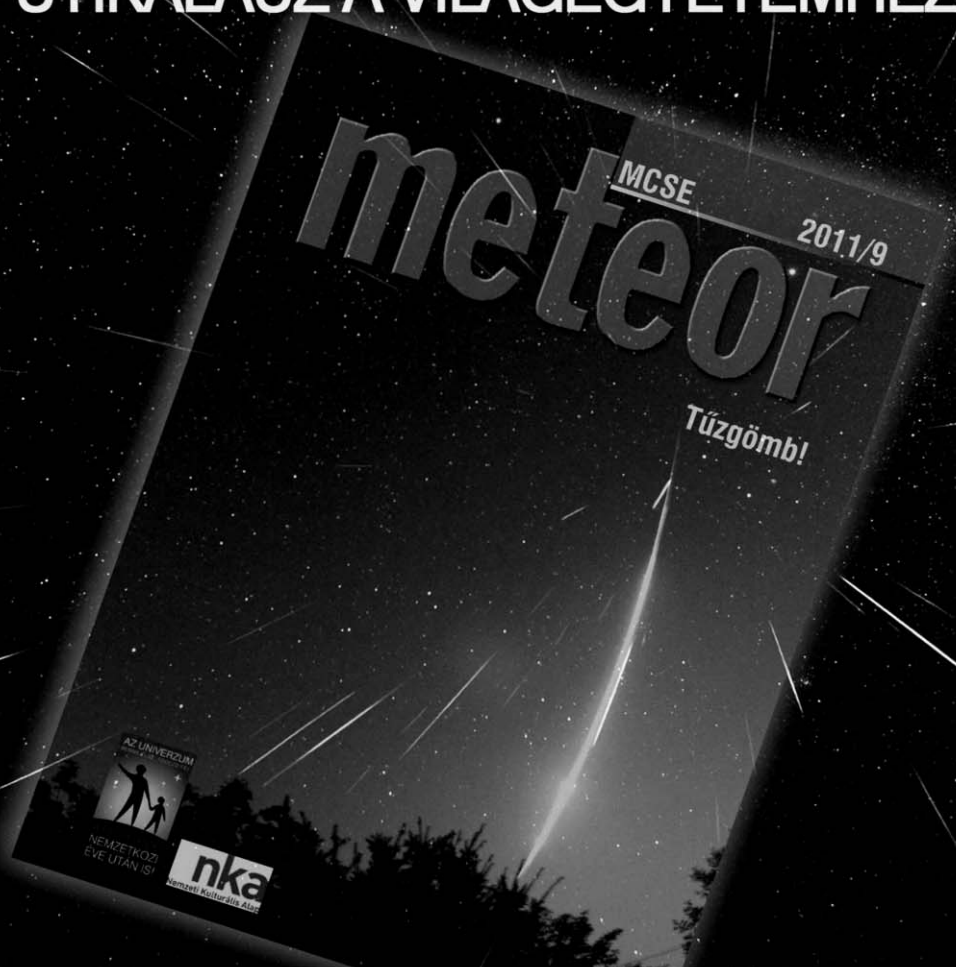
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



# meteor

ÚTIKALAUZ A VILÁGEGYETEMHEZ



A Magyar Csillagászati Egyesület lapja  
[meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – május**

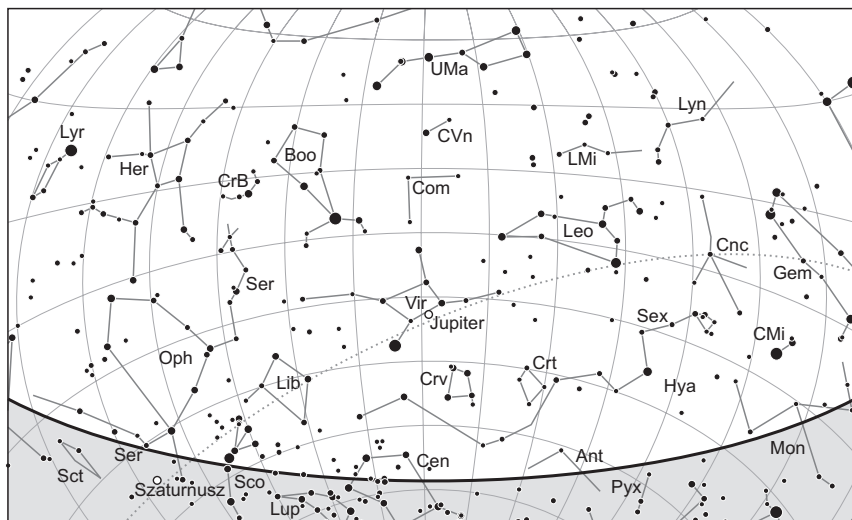
KÖZEI

	Dátum	Nap					Hold			fázis
		kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
18. hét										
1.	h 121.	4 27	11 41	18 56	57,7	+2,9	8 56	16 40	–	☉ 3 47
2.	k 122.	4 25	11 41	18 57	58,0	+3,0	10 01	17 36	0 20	
3.	sz 123.	4 23	11 40	18 59	58,3	+3,1	11 08	18 29	1 04	
4.	cs 124.	4 22	11 40	19 00	58,6	+3,2	12 15	19 19	1 40	
5.	p 125.	4 20	11 40	19 01	58,9	+3,3	13 21	20 06	2 12	
6.	sz 126.	4 19	11 40	19 03	59,2	+3,4	14 26	20 51	2 40	
7.	v 127.	4 17	11 40	19 04	59,4	+3,4	15 30	21 35	3 06	
19. hét										
8.	h 128.	4 16	11 40	19 05	59,7	+3,5	16 32	22 19	3 32	○ 22 42
9.	k 129.	4 14	11 40	19 07	60,0	+3,5	17 34	23 03	3 58	
10.	sz 130.	4 13	11 40	19 08	60,2	+3,6	18 34	23 47	4 25	
11.	cs 131.	4 12	11 40	19 09	60,5	+3,6	19 34	–	4 54	
12.	p 132.	4 10	11 40	19 11	60,7	+3,6	20 31	0 33	5 27	
13.	sz 133.	4 09	11 40	19 12	61,0	+3,6	21 25	1 19	6 04	
14.	v 134.	4 08	11 40	19 13	61,2	+3,7	22 15	2 06	6 46	
20. hét										
15.	h 135.	4 06	11 40	19 14	61,5	+3,6	23 01	2 54	7 34	☉ 1 33
16.	k 136.	4 05	11 40	19 16	61,7	+3,6	23 42	3 42	8 26	
17.	sz 137.	4 04	11 40	19 17	61,9	+3,6	–	4 30	9 23	
18.	cs 138.	4 03	11 40	19 18	62,1	+3,6	0 18	5 19	10 25	
19.	p 139.	4 02	11 40	19 19	62,4	+3,5	0 51	6 07	11 29	
20.	sz 140.	4 00	11 40	19 21	62,6	+3,5	1 22	6 55	12 37	
21.	v 141.	3 59	11 40	19 22	62,8	+3,4	1 51	7 44	13 47	
21. hét										
22.	h 142.	3 58	11 40	19 23	63,0	+3,3	2 20	8 35	15 00	● 20 44
23.	k 143.	3 57	11 40	19 24	63,2	+3,3	2 51	9 28	16 16	
24.	sz 144.	3 56	11 40	19 25	63,4	+3,2	3 24	10 23	17 34	
25.	cs 145.	3 56	11 41	19 26	63,5	+3,1	4 02	11 22	18 52	
26.	p 146.	3 55	11 41	19 27	63,7	+3,0	4 47	12 23	20 06	
27.	sz 147.	3 54	11 41	19 28	63,9	+2,9	5 39	13 25	21 14	
28.	v 148.	3 53	11 41	19 29	64,0	+2,8	6 39	14 27	22 13	
22. hét										
29.	h 149.	3 52	11 41	19 30	64,2	+2,6	7 45	15 27	23 01	
30.	k 150.	3 51	11 41	19 31	64,3	+2,5	8 54	16 23	23 42	
31.	sz 151.	3 51	11 41	19 32	64,5	+2,3	10 04	17 15	–	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## május

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 875	4 36 28	<i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 457 876	4 40 24	Zsigmond, Ráhel
3.	2 457 877	4 44 21	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 457 878	4 48 17	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 457 879	4 52 14	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 457 880	4 56 10	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 457 881	5 00 07	Gizella, Dalma
8.	2 457 882	5 04 04	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 457 883	5 08 00	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 457 884	5 11 57	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 457 885	5 15 53	Ferenc, Jakab
12.	2 457 886	5 19 50	Pongrácz, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 457 887	5 23 46	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 457 888	5 27 43	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 457 889	5 31 39	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 457 890	5 35 36	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 457 891	5 39 33	Paszkál, Andor
18.	2 457 892	5 43 29	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 457 893	5 47 26	Ivó, Milán
20.	2 457 894	5 51 22	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 457 895	5 55 19	Konstantin, András, Mirella
22.	2 457 896	5 59 15	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 457 897	6 03 12	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 457 898	6 07 08	Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
25.	2 457 899	6 11 05	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 457 900	6 15 02	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 457 901	6 18 58	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 457 902	6 22 55	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 457 903	6 26 51	Magdolna, Mária
30.	2 457 904	6 30 48	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 457 905	6 34 44	Angéla, Petronella, Mária, Matild



*A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap nagyobb részében nem figyelhető meg. Május végén már lehet próbálkozni a felkeresésével napkelte előtt, a keleti ég alján. Ekkor mintegy ötven perccel kel a Nap előtt. Megfigyelésre azonban nincs kedvező helyzetben.

**Vénusz:** Fényesen ragyog napkelte előtt a hajnali keleti égen. Láthatósága a hónap végére tovább javul, a hónap elején másfél, a végén közel két órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,7^m$ -ről  $-4,5^m$ -ra, átmérője  $37,9''$ -ről  $24,8''$ -re csökken, fázisa  $0,27$ -ről  $0,48$ -ra nő.

**Mars:** Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Napnyugta után kereshető az északnyugati látóhatár közelében. Május elején bő két órával nyugszik a Nap után, a hónap végére ez másfél órára csökken. Fényessége  $1,6^m$ -ról  $1,7^m$ -ra, látszó átmérője  $3,9''$ -ről  $3,7''$ -re csökken.

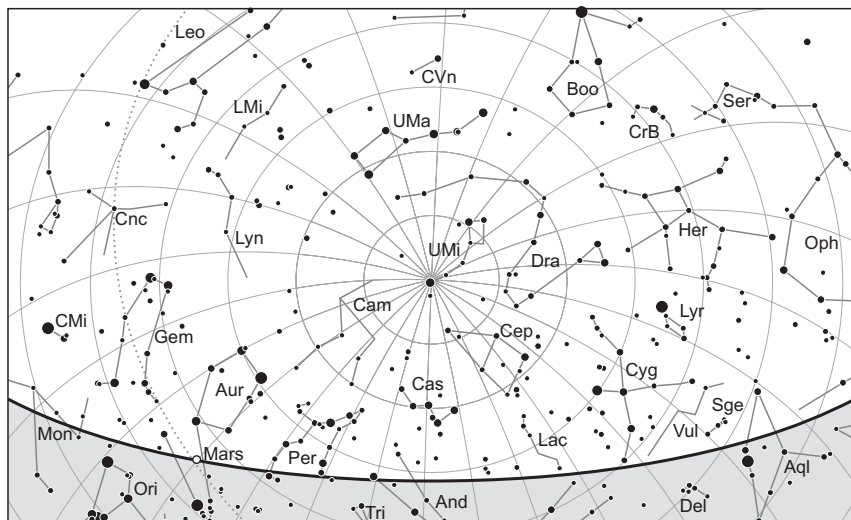
**Jupiter:** A Szűz csillagkép közepén végzi hátráló mozgását, amely mozgás a hónap végére jelentősen lelassul. Hajnalban nyugszik, az éjszaka nagy részében megfigyelhető a déli-délnyugati égen mint ragyogó fényű égitest. Fényessége  $-2,4^m$ , átmérője  $42''$ .

**Szaturnusz:** Hátráló mozgást végez a Nyilas, majd 18-tól a Kígyótartó csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető alacsonyan a déli égen. Fényessége  $0,3^m$ -ról  $0,1^m$ -ra nő, átmérője  $18''$ .

**Uránusz:** A hónap második felétől újra kereshető, hajnalban kel. Napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz látszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Vízöntő csillagképben, a délkeleti látóhatár közelében. Előretartó mozgása kezd lassulni.





Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 05.01. | 16:36 | a Hold maximális librációja ( $l = +5,88^\circ$ , $b = +3,98^\circ$ , 34,5%-os, növekvő holdfázis)                                       |
| 05.02. | 20:34 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete (vége 22:58-kor)  |
| 05.03. | 2:47  | első negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője $31' 36''$ )  |
| 05.04. | 19:25 | a 67,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $2' 22''$ -cel északkeletre látható a 45 Leo ( $6,0^m$ )                                 |
| 05.04. | 22:35 | a 69,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $7' 40''$ -cel északra látható a $\rho$ Leo ( $3,8^m$ )                                  |
| 05.04. | 23:35 | a Hold mögé belép a 49 Leonis ( $5,6^m$ , 69%-os, növekvő holdfázis)   |
| 05.06. | 2:00  | Az Éta Aquaridák meteorraj maximuma (ZHR = 50). A hajnali órákban próbálkozhatunk észlelésével, a telő Hold lenyugvása utáni időszakban. |
| 05.07. | 23:17 | a Jupiter $1,2^\circ$ -kal délnyugatra látható a 92,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben                                   |
| 05.08. | 0:48  | a 92,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $7' 20''$ -cel délre látható a 44 Vir ( $5,8^m$ )  |
| 05.08. | 22:00 | a C/2015 V2 (Johnson)-üstökös $29'$ -cel északnyugatra látható a $\phi$ Bootistól ( $5,3^m$ )  |
| 05.10. | 21:42 | telehold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője $29' 31''$ )  |
| 05.12. | 19:37 | a Hold földtávolban (földtávolság 406 194 km, látszó átmérő: $29' 25,1''$ , 96,5%-os, csökkenő holdfázis)                                |

**Dátum Időpont Esemény**

05.13.	22:56	a Szaturnusz 2,3°-kal délre látható a 91,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
05.14.	0:45	a C/2015 V2 (Johnson)-üstökös 29'-cel északnyugatra látható a $\mu^1$ Bootistól (4,3 <sup>m</sup> )
05.14.	19:29	a Hold minimális librációja ( $l = -3,40^\circ$ , $b = -5,19^\circ$ , 86,7%-os, csökkenő holdfázis)
05.14.	20:35	a 41P/Tuttle–Giacobini–Kresák-üstökös 21'-cel délre látható a 104 Herculistól (5,0 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
05.14.	20:36	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-19^\circ 18'$ -nél (86,4%-os, csökkenő holdfázis)
05.17.	1:40	a Neptunusztól 8' 24"-cel északra látható a 81 Aqr (6,2 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
05.17.	23:24	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (25,8°, 0,4 <sup>m</sup> , 8,2" átmérő, 40% fázis, Halak csillagkép)
05.19.	0:33	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 30' 43")
05.19.	1:36	a Szaturnusztól 19,6'-cel északra látható az 58 Oph (4,9 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
05.19.	19:46	a Jupitertől 29,1'-cel északra látható a 38 Vir (6,1 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
05.20.	2:24	a Neptunusz 2,1°-kal északkeletre látható a 39,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
05.21.	11:59	a Hold maximális librációja ( $l = -7,48^\circ$ , $b = +3,51^\circ$ , 24,8%-os, csökkenő holdfázis)
05.22.	2:21	a Vénusz 6,8°-kal északkeletre látható a 19,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak/Cet csillagképekben
05.23.	2:20	a Merkúr, Vénusz és a holdsarló együttállása a hajnali égbolton
05.23.	14:51	a Merkúr dichotómiája (25,0°-os nyugati elongáció, 7,3" látszó átmérő)
05.25.	1:48	a Vénusztól 27,6'-cel nyugatra látható a 80 Psc (5,5 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
05.25.	19:45	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 33' 27"), a 2017-es év legnagyobb újholdja
05.26.	1:14	a Hold földközelségben (földtávolság 357 210 km, látszó átmérő: 33' 27,1", 0,3%-os, növekvő holdfázis)
05.26.	23:27	a Callisto (Jupiter-hold) 5"-cel elhalad a Jupiter északi pólusa mellett
05.27.	2:16	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 1,2°, 0,0 <sup>m</sup> , fázisa 48%
05.27.	4:06	a Hold minimális librációja ( $l = +2,28^\circ$ , $b = +5,82^\circ$ , 3,0%-os, növekvő holdfázis)
05.27.	23:37	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+19^\circ 22'$ -nél (7,2%-os, növekvő holdfázis)
05.28.	0:16	két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látható a bolygó korongján 00:41 UT-ig
05.29.	19:09	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látható a bolygó korongján 20:37 UT-ig
05.30.	1:40	a Vénusztól 27,3'-cel északkeletre látható a 96 Psc (6,5 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben

## Májusi együttállások

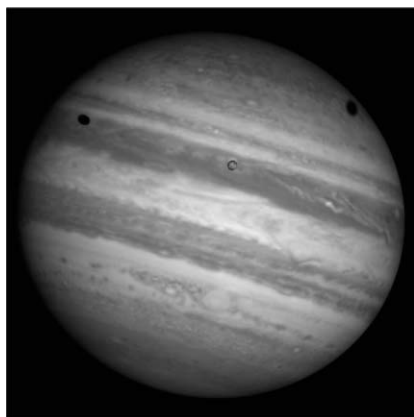
Május 7/8-án az éjjeli órákban szinte pontosan megismétlődik a Hold és a Jupiter áprilisi szoros randevúja. Ahogy egy hónappal ezelőtt, most is csak kevéssel több mint  $1^\circ$  választja el a két égitestet.

Május 13-án éjfélkor kerül sor a fogyó Hold és a Szaturnusz együttállására, a két égitest távolsága  $2,3^\circ$ . A Szaturnusz mellett mindössze fél fokkal északnyugat felé találjuk a  $4,9$  magnitúdós 58 Ophiuchit. A legszorosabb együttállás idején  $15^\circ$  magasságban találjuk a gyűrűs bolygót, a Hold szinte pontosan északra lesz tőle.

A hónap utolsó estéjén (31-én, 19:00 UT körül) a Regulus közvetlen közelében láthatjuk a Hold 42%-ban megvilágított sarlóját. A legnagyobb közelítésre még a nappali égen kerül sor, ám 19:00 UT-kor a szürkületben is még  $1^\circ$  lesz a már távolodó égitestek távolsága (a holdperemtől mérve). A látványos égi páros ekkor  $40^\circ$  magasan tartózkodik, ahogy egyre sötétebb lesz, úgy kerülnek alacsonyabbra, és nő közöttük a távolság.

## Május 28–29-én két Galilei-hold árnyéka egyszerre látszik a Jupiteren

nap	óra	perc	hold neve	jelenség
27	22	21,6	Ganymedes	árnyékvetés kezdete
	23	16	Io	elévonulás kezdete
28	0	15,7	Io	árnyékvetés kezdete
	0	40,5	Ganymedes	árnyékvetés vége
29	19	54,3	Io	elévonulás vége
	20	37,1	Europa	árnyékvetés vége
	20	55,1	Io	árnyékvetés vége

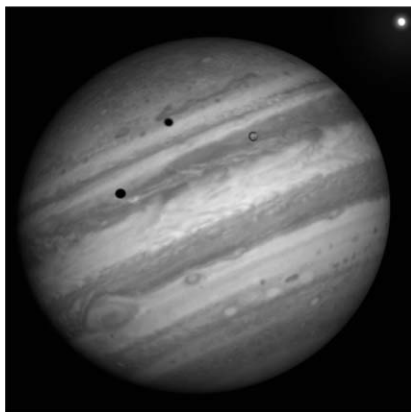


Május 28-án éjjel az Io és a Ganymedes árnyéka néhány percre egyszerre látszik a bolygó korongján. A Ganymedesé lassabban halad, már (világidőben) 27-én 22:21 UT-kor megjelenik a bolygó északi peremén, miközben maga a hold a Jupitertől  $16''$ -re lesz északnyugatra. Lassan halad az árnyék nyugat felé, végig a bolygó északi féltekéjén. Egy órával később az Io korongja kerül a bolygó elé, majd már 28-án, 0:15 UT-kor megjelenik az Io árnyéka is a keleti peremen. 0:15-től 0:40-ig látszik egyszerre a

*Május 28-án 00:25 UT-kor az Io és a Ganymedes árnyéka egyszerre látható a Jupiter peremén*

két árnyék, miközben az Io árnyéka elindul a Jupiter belseje felé, a Ganymedes nagyobb árnyékkúpja lassan vonul lefelé az északnyugati peremen. Az egész jelenség a nyugati égen zajlik, 0:40-kor a Jupiter már csak 5°-kal lesz a horizont felett.

29-én este napnyugta idején (18:30–18:45 UT között) már az Io és az Europa árnyéka is a Jupiter korongjára vetül. Az Europa árnyéka halad elől, miközben maga a bolygó északnyugati pereménél látszik. Az Io árnyéka ekkor még a Jupiter keleti peremén lesz, miközben az Io is a korong előtt halad. 19:15-kor a Nap már 5°-kal lesz a horizont alatt, az erős szürkületben a Jupiter, a holdárnyékok és a kis holdak is jól láthatóak lesznek. Az árnyékok vonulása még másfél órán keresztül követhető, amikor 20:37-kor az elől haladó Europa, 20:55-kor pedig az Io árnyéka is elhagyja a Jupiter felhőzetét.



*Az Io és Europa holdak árnyékai május 29-én 19:15 UT-kor*

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** Május 9-én éri el 1,042 CSE távolságú napközpontját, sajnos nagyon kedvezőtlen láthatóság mellett. Ha csak a számított 7 magnitúdós fényességet éri el, megfigyelése szinte lehetetlen lesz a hajnali, keleti horizont felett. Mivel már többször járt napközelben, elképzelhető, hogy a vártnál jelentősen fényesebb lesz, ekkor nyílna mód megpillantására a pirkadat táján. Feje csak néhány fokkal emelkedik a horizont fölé, amikor már kezd világosodni, de a látóhatár fölé nyúló fényes csóvája talán már korábban láthatóvá válik. A Pisces csillagképben naponta 1°-ot elmozduló üstököst május 8-án hajnalban a 4,9 magnitúdós  $\kappa$  Pisciumtól fél fokkal északra kereshetjük.

**C/2015 V2 (Johnson).** A júniusi perihéliuma felé közelítő üstökös a hónap végére eléri maximális, 6,5–7,0 magnitúdó körüli fényességét, miközben 1,0 és 0,8 CSE között csökkenő földtávolsága miatt egyre gyorsabban mozog egünkön. Délnyugat, majd egyre inkább dél felé haladva a Herculesből indulva átszeli a fél Bootes csillagképet, miközben oppozíciója közelében tartózkodva az éjszaka bármely szakában megfigyelhető. A hónap első napjaiban a  $\chi$ , a 2 és a 4 Herculis által alkotott csillagháromszögtől 1°-kal északra, majd nyugatra kereshetjük, 9-én hajnalban elhalad a  $\phi$  és a  $\nu^2$  Bootis között, 14-én hajnalban pedig a  $\mu^1$  és  $\mu^2$  Bootis optikai kettősétől 24'-cel északnyugatra mutatkozik.

**41P/Tuttle–Giacobini–Kresák.** Az évszázados földközelségén túljutó üstökös a Naptól is távolodóban van, így a hónap során drámai ütemben, 7,5 és 10,5 magnitúdó között halványul. A Hercules csillagképben dél felé mozgó égitest az éjszaka bármely

szakában megfigyelhető, kiterjedt, diffúz megjelenése miatt kisebb nagyítású távcsövekkel, binokulárokkal érdemes a nyomába eredni. Mivel az 1973-as két kitörése közül a második bő egy hónappal a napközelség után következett be, érdemes minden derült este egy pillantást vetni az üstökös környezetére.

**71P/Clark.** Az új-zélandi Mt. John Observatóriumból fedezte fel Michael Clark egy 1973. június 9-i, változócsillagok megfigyelésére készült lemez szélén. A 13 magnitúdós üstökös keringési ideje 5,5 év, emiatt minden második napközelsége alakul kedvezően, 1973, 1984, 1995 és 2006 után az idei lesz az ötödik jól észlelhető napközelsége. Június 10-én, alig három héttel napközelsége előtt 0,589 CSE-re megközelíti majd bolygónkat. Mivel 1995-ben és 2006-ban is 11 magnitúdóig fényesedett, most is hasonlóra számíthatunk, bár déli helyzete miatt megfigyelése nem lesz egyszerű.

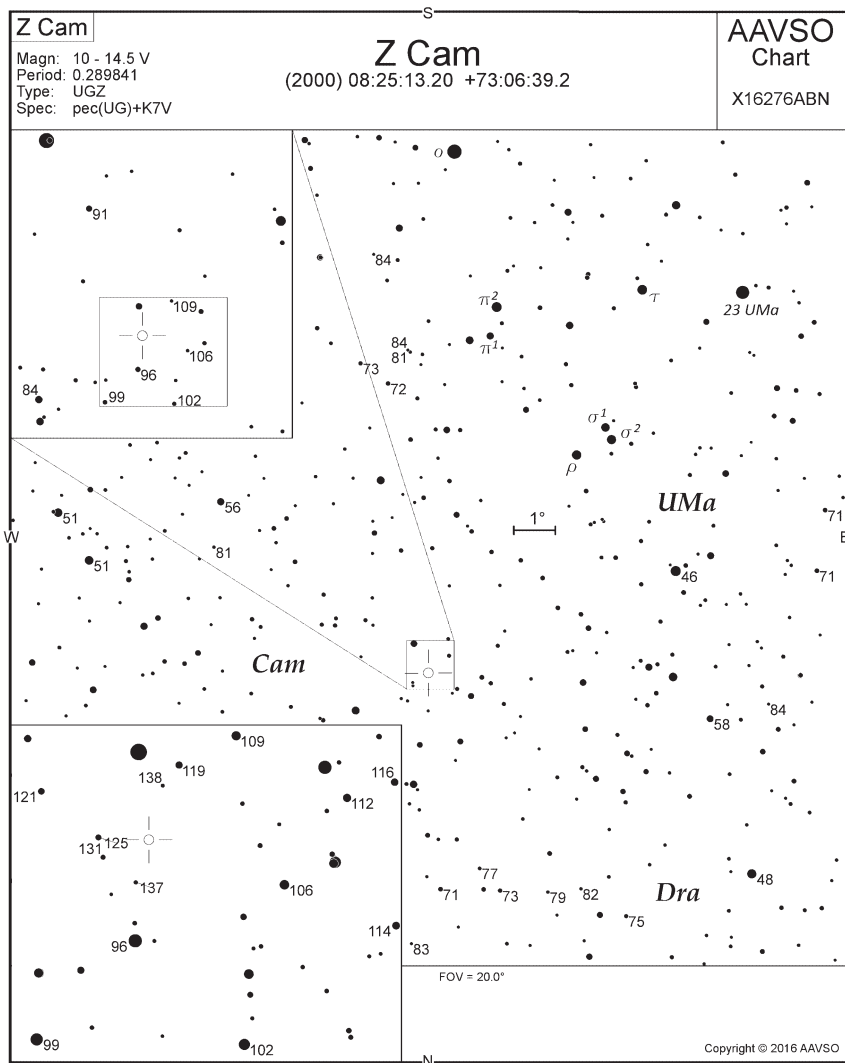
71P/Clark

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
05.01.	16 41 53	-20 02 11	0,741	1,686	149	12,6
05.11.	16 43 12	-22 06 41	0,676	1,656	158	12,2
05.21.	16 41 29	-24 27 41	0,629	1,632	168	12,0
05.31.	16 37 30	-26 57 58	0,600	1,612	175	11,8
06.10.	16 32 51	-29 26 38	0,589	1,598	169	11,7
06.20.	16 29 28	-31 42 40	0,597	1,589	160	11,7
06.30.	16 29 10	-33 38 30	0,621	1,586	150	11,8

Így lesz ez ebben a hónapban is, pedig a keleti stacionárius pontjában forduló üstökös ekkor még viszonylag magasan,  $-20^\circ$  és  $-27^\circ$  közötti deklinációnál láthatjuk az Ophiuchus, majd a Scorpius csillagképekben. A 13–12<sup>m</sup> között fényesedő vándor valójában a fotografikus észlelő számára lehet az érdekesebb, mivel nagyon izgalmas területen, az Antarestől ( $\alpha$  Sco) északra látszó, sötét és világító kódokból álló komplexumhoz közel láthatjuk. A komplexum egy-egy elnyúlt porfelhője előtt halad el: 11-én az LDN 1750, 20-án az LDN 1724 környékén, és a hónap végén már csak  $2^\circ$ -ra lesz a Skorpió híres vörös óriásától.

### Egy törpenóva-típus névadója a tavaszi égen: a Z Camelopardalis

A törpenóvák ismétlődő kitöréseket mutató változócsillagok, fényváltozási amplitúdójuk 2–6 magnitúdó. A kitörések időtartama néhány naptól 20 napig terjed, a kitörések 20–300 naponként ismétlődnek. A törpenóvák rövid (80 perc és néhány óra közötti) keringési periódusú, szoros kettőscillagok. A fehér törpe társa egy K-M törpe vagy szubóriás csillag. A hidegebb komponens kitölti a Roche-térfogatát és a belső Lagrange-ponton anyagot ad át a fehér törpének. A fehér törpe főkomponens mágneses tere gyenge, az átáramló gáz akkréciós korongot alkot körülötte. A törpenóvák kitöréseit az okozza, hogy az akkréciós korong külső részeiben ciklikus, hirtelen sűrűségváltozások lépnek fel. Az anyag folyamatosan gyűlik a korongban, amikor azonban elér egy kritikus mennyiséget, akkor instabillá válik, és hirtelen ráhullik



a fehér törpe felszínére. Az összezuhanás közben felszabaduló potenciális energia fűti fel a korongot, és okozza a rendszer hirtelen felfényesedését. A nóvák és a törpe-nóvák kitörései között az a különbség, hogy az utóbbiaknál nem történnek fúziós robbanások és anyagledobódások.

A Z Camelopardalis egy törpenóvaszerű kataklizmikus változó típusú altípusának névadó csillaga. Megközelítőleg 26 naponta U Geminorum-szerű törpenóva-kitöréseket mutat, amikor 13 magnitúdóról mintegy 10,5 magnitúdóra fényesedik. Szabálytalan időközönként azonban fényállandósulásba (standstill) kerül, amelynek során fényessége a normális maximum alatt körülbelül egy magnitúdóval, néhány naptól akár 10000 napig terjedő időszakon át stabilnak mutatkozik. Ezek a fényállandósulások akkor következnek be, amikor a Nap-szerű társcsillagról az akkréció korongba átadott anyag szállítási üteme túl gyors a törpenóva-kitörés előidézéséhez. A csillagot minden derült éjszakán érdemes felkeresnünk, hiszen változásai gyors lefolyásúak, és meglehetősen kiszámíthatatlanul jelentkeznek.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
5 1	19	12	48	be	97168	7,8	35 +	39	88 É	99	+0,8	-1,5
5 3	19	41	23	be	1413	6,8	57 +	46	4 D	194	+9,9	+9,9
5 3	20	49	29	be	1422	6,7	58 +	37	70 É	89	+1,1	-1,3
5 4	23	35	16	be	1550 TX Leo	5,6	69 +	15	85 D	117	+0,2	-1,9
5 5	22	12	14	be	1643	7,2	78 +	32	12 D	192	-1,5	-6,4
5 8	0	25	35	be	1869 46 Vir	6,2	92 +	19	55 É	82	+1,0	-1,3
5 15	1	31	14	ki	2710	6,7	85 -	22	68 É	285	+1,9	-0,1
5 28	20	5	13	be	1114	6,8	13 +	9	61 É	73	+0,0	-1,0

### Évforduló

#### 100 éve született Edward Lorenz

Edward Norton Lorenz (West Haven, 1917. május 23. – Cambridge, 2008. április 16.) amerikai meteorológus a kaoszelmélet megalapozójaként került be a tudománytörténetbe. Gyermekként sakktudásával tűnt ki, és egy 8 éves korában látott teljes napfogyatkozás hatására a csillagászat is nagyon érdekelte (élete végéig hobbiként foglalkozott csillagászattal). A meteorológia is vonzotta, de diákként jobban foglalkoztatta a csillagászat és a matematika.

Egyetemi tanulmányait a Dartmouth College-ben kezdte matematika szakon, és a Harvardon fejezte be. A II. világháború idején kutatási tevékenységét kényszerűen szüneteltette. Amikor hírért vette, hogy a hadsereg számára időjárás-előrejelzőket képeznek a Massachusetts Institute of Technology-n (MIT), gyerekkori meteorológiai érdeklődésétől vezérelve azonnal jelentkezett hallgatónak. A következő tanfolyamot már ő tartotta a légierő kadétjaként.

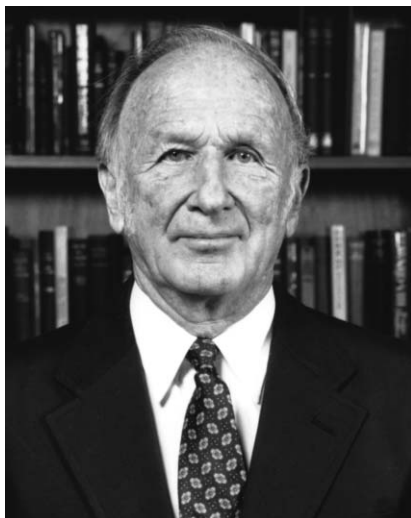
A háború után döntenie kellett: visszatér-e a matematikához, vagy átvált a meteorológiára. Utóbbit választotta, a légköri ciklonok mozgásának előrejelzéséből az MIT-n doktorált 1948-ban. 1956-tól hosszú pályafutása végéig az MIT Meteorológiai Tanszéke maradt a munkahelye, bár közben a világ számos intézetében kutatott rövidebb-hosszabb ideig.

Jelentősek a klímaelmélet területén végzett úttörő kutatásai, de munkásságának legfőbb – a meteorológián messze túlmutató – hozadéka a káoszelmélet megalapozása. Személyi számítógépével (1958-ban!) végzett kutatásai során meglepődve tapasztalta, hogy csupán a kerekítés miatt megváltozott kezdeti feltételek esetén az időjárás előrejelzésére vonatkozó modellje egészen más eredményre vezetett. A bonyolult dinamikai rendszerek érzékenysége a kezdeti feltételekre pillangó-effektus néven vált közismertté, miután Lorenz egyik híres előadása ezt a címet kapta: Kiválthat-e tornádót Texasban egy pillangó szárnycsapása Brazíliában? (A hangzatos címet nem Lorenz, hanem kollégája, *Phil Merilees* találta ki.)

A káoszelmélet szerint az egyszerű nemlineáris dinamikai rendszerek viselkedését nem lehet hosszú időre előre jelezni, noha azt determinisztikus törvényszerűségek szabják meg, ellentétben a káosz szó hétköznapi jelentésével. Lorenz írta le először a kaotikus rendszerek jellemzésében fontos (fraktálgeometriájú) különös attraktort (Lorenz-attraktor). A káoszelmélet szerepe napjainkban nemcsak a természettudományokban (fizika, csillagászat, kémia, biológia) fontos, hanem például a szabályozáselméletben és a közgazdaság-tudományban is. A csillagászatban kaotikus viselkedés figyelhető meg például bizonyos kisbolygók mozgásában és különféle változócsillagok (közte az R Scuti) pulzációjában is.

Edward Lorenzet kiváló oktatóként is tisztelték. Az MIT-n éveken át a legjobb tanárnak választották, mindaddig, amíg az egyetem illetékesei úgy döntöttek, hogy Lorenz többé már nem nevezhető erre a megtisztelő címre.

A nagy nemzetközi díjak közül Edward Lorenz megkapta a Crafoord-díjat (1983) és a Kyoto-díjat (1991), és számos ország tudományos akadémájának volt rendes, külső vagy tiszteleti tagja.



### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	20:33,8	Ganymedes	mv
	20:33,9	Ganymedes	fk
	22:58,0	Ganymedes	fv
3	1:28,0	Europa	mk
4	2:10,5	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	19:46,9	Europa	ek
	21: 1,5	Europa	ák
	22:12,5	Europa	ev
	23:27,7	Io	ek
	23:28,7	Europa	áv



nap	UT h:m	hold	jelenség
5	0: 4,1	Io	ák
	1:38,7	Io	ev
	2:15,6	Io	áv
	20:37,0	Io	mk
	23:28,2	Io	fv
6	20: 5,1	Io	ev
	20:44,1	Io	áv
9	21:39,5	Ganymedes	mk
	23:58,8	Ganymedes	mv
10	0:32,7	Ganymedes	fk
11	22: 6,5	Europa	ek
	23:38,6	Europa	ák
12	0:32,9	Europa	ev
	1:13,8	Io	ek
	1:58,4	Io	ák
	22:23,5	Io	mk
13	1:23,0	Io	fv
	19:40,4	Io	ek
	20:26,9	Io	ák
	20:53,5	Europa	fv
	21:51,4	Io	ev
	22:38,2	Io	áv
14	19:51,7	Io	fv
17	1: 4,9	Ganymedes	mk
19	0:28,1	Europa	ek
20	0:11,0	Io	mk
	19:13,5	Europa	mk
	20:42,9	Ganymedes	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
20	21:27,7	Io	ek
	22:21,3	Io	ák
	23:27,5	Europa	fv
	23:38,7	Io	ev
21	0:32,3	Io	áv
	21:46,7	Io	fv
22	19: 0,9	Io	áv
27	20:39,6	Ganymedes	ev
	21:35,2	Europa	mk
	22:21,6	Ganymedes	ák
	23:16,0	Io	ek
28	0:15,7	Io	ák
	0:40,5	Ganymedes	áv
	20:26,8	Io	mk
	23:41,7	Io	fv
29	19:54,3	Io	ev
	20:37,1	Europa	áv
	20:55,1	Io	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

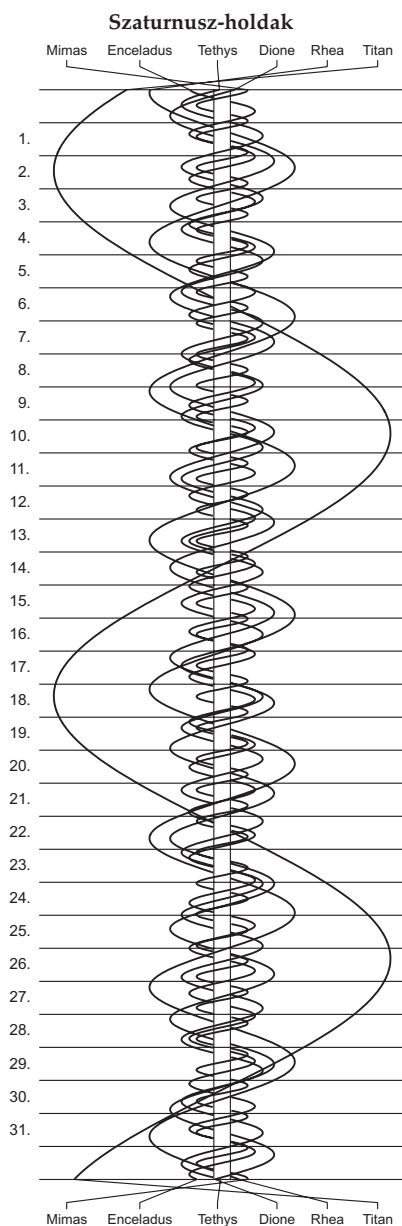
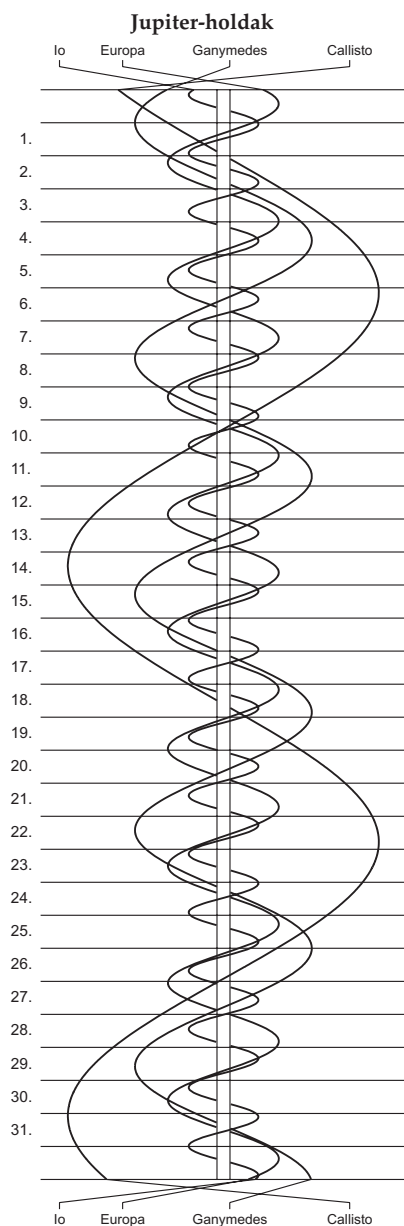
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



# meteor

**2017 Távcsöves Találkozó  
Tarján, 2017. augusztus 17–20.**

**[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)  
Magyar Csillagászati Egyesület**

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – június**

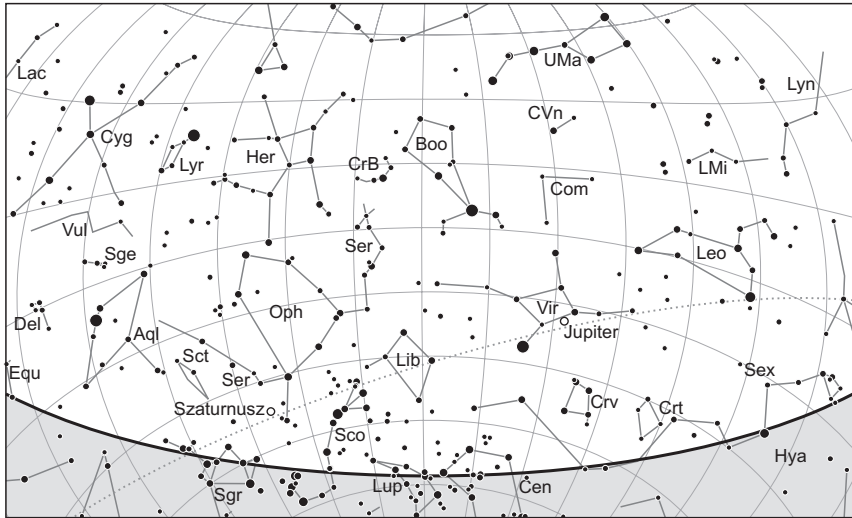
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	$h_d$ °	$E_t$ m	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m			h m	h m	h m		h m
1. cs 152.	3 50	11 41	19 33	64,6	+2,2	11 12	18 04	0 16	●	13 42
2. p 153.	3 50	11 42	19 34	64,7	+2,0	12 18	18 50	0 45		
3. sz 154.	3 49	11 42	19 35	64,9	+1,9	13 22	19 35	1 12		
4. v 155.	3 48	11 42	19 36	65,0	+1,7	14 25	20 18	1 38		
23. hét										
5. h 156.	3 48	11 42	19 37	65,1	+1,5	15 27	21 02	2 03		
6. k 157.	3 48	11 42	19 38	65,2	+1,4	16 27	21 46	2 29		
7. sz 158.	3 47	11 43	19 38	65,3	+1,2	17 27	22 30	2 57		
8. cs 159.	3 47	11 43	19 39	65,4	+1,0	18 25	23 16	3 29		
9. p 160.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,8	19 21	–	4 04	○	14 10
10. sz 161.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,6	20 13	0 03	4 44		
11. v 162.	3 46	11 43	19 41	65,6	+0,4	21 00	0 51	5 29		
24. hét										
12. h 163.	3 46	11 43	19 42	65,7	+0,2	21 43	1 40	6 21		
13. k 164.	3 46	11 44	19 42	65,7	–0,0	22 20	2 28	7 16		
14. sz 165.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,2	22 54	3 16	8 16		
15. cs 166.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,4	23 25	4 03	9 19		
16. p 167.	3 45	11 44	19 43	65,9	–0,6	23 54	4 50	10 24		
17. sz 168.	3 45	11 45	19 44	65,9	–0,9	–	5 38	11 31	●	12 33
18. v 169.	3 46	11 45	19 44	65,9	–1,1	0 22	6 26	12 41		
25. hét										
19. h 170.	3 46	11 45	19 44	65,9	–1,3	0 50	7 16	13 53		
20. k 171.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,5	1 21	8 08	15 08		
21. sz 172.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,7	1 55	9 04	16 24		
22. cs 173.	3 46	11 46	19 45	65,9	–2,0	2 35	10 03	17 40		
23. p 174.	3 46	11 46	19 45	65,9	–2,2	3 22	11 04	18 52		
24. sz 175.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,4	4 18	12 07	19 56	●	3 31
25. v 176.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,6	5 22	13 09	20 51		
26. hét										
26. h 177.	3 48	11 47	19 45	65,8	–2,8	6 32	14 09	21 37		
27. k 178.	3 48	11 47	19 45	65,8	–3,0	7 44	15 05	22 15		
28. sz 179.	3 48	11 47	19 45	65,8	–3,2	8 55	15 56	22 47		
29. cs 180.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,4	10 04	16 45	23 16		
30. p 181.	3 50	11 47	19 45	65,7	–3,6	11 11	17 32	23 42		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## június

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 906	6 38 41	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 457 907	6 42 37	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 457 908	6 46 34	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 457 909	6 50 31	<i>Piükkösd</i> ; Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 457 910	6 54 27	<i>Piükkösd</i> ; Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 457 911	6 58 24	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 457 912	7 02 20	Róbert
8.	2 457 913	7 06 17	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 457 914	7 10 13	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 457 915	7 14 10	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 457 916	7 18 06	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 457 917	7 22 03	Villő, Etelka, János
13.	2 457 918	7 26 00	Antal, Anett
14.	2 457 919	7 29 56	Vazul
15.	2 457 920	7 33 53	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 457 921	7 37 49	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 457 922	7 41 46	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 457 923	7 45 42	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 457 924	7 49 39	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 457 925	7 53 35	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 457 926	7 57 32	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 457 927	8 01 29	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 457 928	8 05 25	Zoltán, Édua
24.	2 457 929	8 09 22	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 457 930	8 13 18	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 457 931	8 17 15	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 457 932	8 21 11	László, Olga
28.	2 457 933	8 25 08	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 457 934	8 29 04	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 457 935	8 33 01	Pál, Ditta, Judit



*A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** E hónapban alig figyelhető meg. Az első néhány napon az északkeleti látóhatár közelében, közel háromnegyed órával kel a Nap előtt, majd elvész a Nap fényében. 21-én felső együttállásban van a Nappal. A hónap végére újra megjelenik az alkonyati északnyugati ég alján. 30-án bő háromnegyed órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** A hajnali keleti égbolt feltűnően ragyogó égiteste. Láthatósága kissé még javul, a hónap végén közel két, a végén majdnem két és fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,7^m$ -ről  $-4,2^m$ -ra, átmérője  $24,5''$ -ről  $18,3''$ -re csökken, fázisa  $0,48$ -ról  $0,62$ -ra nő.

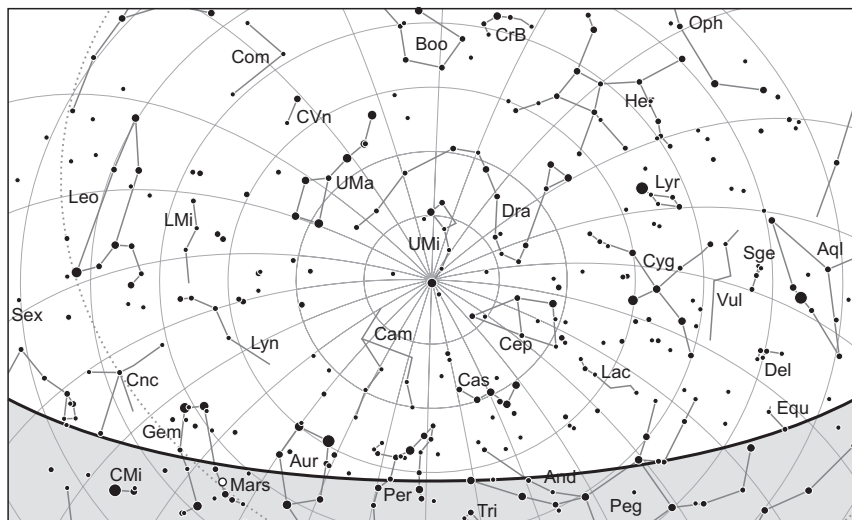
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Bika, majd 5-étől az Ikrek csillagképben. A hónap első felében még kereshető napnyugta után az északnyugati látóhatár közelében, másfél órával a Nap után nyugszik. Ezt követően elvész az alkonyi fényben. Fényessége  $1,7^m$ , látszó átmérője  $3,7''$ -ről  $3,6''$ -re zsugorodik.

**Jupiter:** A Szűz csillagkép közepén tartózkodik, kezdetben hátráló, majd 10-étől előretartó mozgást végez. Éjfél után nyugszik, az éjszaka első felében látható a délnyugati égen. Fényessége  $-2,2^m$ , átmérője  $39''$ .

**Szaturnusz:** Folytatja hátráló mozgását a Kígyótartó csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, 15-én van szembenállásban a Nappal. Fényessége a hónap elején kissé nő, majd a hó végére visszahalványodik, értéke  $0,1^m$  és  $0,0^m$  között mozog. Átmérője  $18,5''$ .

**Uránusz:** Kora hajnalban kel, hajnalban látható a Halak csillagképben. Előretartó mozgása a hónap végén lassan lassulni kezd.

**Neptunusz:** Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető a Vízöntő csillagképben. 16-án előretartó mozgása hátrálóba vált.



Az északi égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 06.01. | 12:42 | első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 31' 2'')  |
| 06.01. | 21:21 | a (164) Eva (12,2 <sup>m</sup> ) és a (686) Gersuind (12,3 <sup>m</sup> ) kisbolygók 16,3'-es közelsége a Kígyótartó csillagképben |
| 06.02. | 16:42 | a Hold maximális librációja (l = +6,94°, b = -3,16°, 62,0%-os, növekvő holdfázis)  |
| 06.03. | 12:30 | a Vénusz legnagyobb nyugati elongációja (45,9°, -4,4'', 24,0'' átmérő, 50% fázis, Halak csillagkép)                                |
| 06.03. | 19:15 | a Jupiter 3,4°-kal délkeletre látható a 72,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Szűz csillagképben                 |
| 06.03. | 19:19 | a Hold mögé belép a γ Virginis (2,8 <sup>m</sup> , 72%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:36 UT-kor                                |
| 06.04. | 1:16  | a Szaturnuszról 4' 19''-cel északra látható a 2 Sgr (6,2 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben                                     |
| 06.04. | 6:30  | a Vénusz dichotómiája (45,9°-os nyugati elongáció, 23,8'' látszó átmérő)   |
| 06.04. | 22:26 | a 71P/Clark-üstökös 9'-cel nyugatra látható a τ Scorpiótól (2,8 <sup>m</sup> )   |
| 06.04. | 22:56 | a Hold súrolva fedi a 74 Virginist a déli pereme mentén (4,7 <sup>m</sup> , 82%-os, csökkenő holdfázis)                            |
| 06.05. | 20:49 | két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látható a bolygó korongján 22:40 UT-ig   |

**Dátum Időpont Esemény**

06.06.	7:04	a Mars eléri legnagyobb deklinációját +24° 20'-nél az Ikrek csillagképben
06.08.	21:55	a 99,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 7' 25"-cel északra látható a 24 Sco (4,9 <sup>m</sup> )
06.08.	22:04	a Hold földtávolban (földtávolság 406 406 km, látszó átmérő: 29' 24,1", 99,5%-os, növekvő holdfázis)
06.09.	13:10	telehold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 29' 25"), a 2017-es év legkisebb teleholdja
06.10.	1:58	a Szaturnusz 2,3°-kal délre látható a 99,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Kígyótartó csillagképben
06.11.	0:20	a 98,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1' 50"-cel délre látható a 21 Sgr (4,8 <sup>m</sup> )
06.11.	3:40	a Hold eléri legkisebb deklinációját -19° 26'-nél (97,6%-os, csökkenő holdfázis)
06.12.	2:33	a Hold minimális librációja (l = -3,70°, b = -4,00°, 94,1%-os, csökkenő holdfázis)
06.14.	20:27	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
06.14.	20:31	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete (vége 22:49-kor)
06.15.	10:20	a Szaturnusz oppozícióban a Kígyótartó csillagképben (18,4", 0,0 <sup>m</sup> )
06.15.	14:03	a Szaturnusz földközeli, távolsága 9,04 CSE, látszó átmérője 18,3"
06.16.	2:46	az év legkorábban bekövetkező napkelte helyi időben
06.17.	1:13	a Vénusztól 7' 47"-cel keletre látható a 31 Ari (5,6 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
06.17.	11:33	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 31' 19")
06.17.	18:48	a (6) Hebe kisbolygó oppozícióban (9,2 <sup>m</sup> , Kígyótartó csillagkép)
06.17.	23:45	a C/2015 V2 (Johnson)-üstökös 3'-cel északra látható az NGC 5566 galaxistól (10,6 <sup>m</sup> ) a Szűz csillagképben
06.18.	23:40	a Hold maximális librációja (l = -6,96°, b = +5,13°, 33,9%-os, csökkenő holdfázis)
06.19.	0:12	a Hold mögül kilép a 33 Ceti (6,0 <sup>m</sup> , 33%-os, csökkenő holdfázis)
06.20.	18:45	kezdetét veszi az év legrövidebb éjszakája
06.20.	20:25	a (455) Bruschalia kisbolygó (12,7 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-363-072539-et (10,5 <sup>m</sup> ) a Mérleg csillagképben
06.21.	2:06	a Vénusz 4,1°-kal északnyugatra látható az 13,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kos csillagképben
06.21.	2:47	kezdetét veszi az év leghosszabb nappala
06.21.	4:24	nyári napforduló
06.21.	11:55	a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,1°-kal északra)
06.22.	15:27	a Hold mögé belép az Aldebaran a nappali égen (α Tau, 0,9 <sup>m</sup> , 4%-os, csökkenő holdfázis)
06.23.	10:45	a Hold földközeli (földtávolság 357 931 km, látszó átmérő: 33' 23,1", 0,8%-os, csökkenő holdfázis)
06.23.	11:21	a (40) Harmonia kisbolygó oppozícióban (9,3 <sup>m</sup> , Nyilas csillagkép)
06.24.	2:31	újhold (a Hold az Orion csillagképben, látszó átmérője 33' 21")



**Dátum Időpont Esemény**

06.24.	8:32	a Merkúr eléri legnagyobb deklinációját +24° 42'-nél az Ikrek csillagképben
06.24.	11:09	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +19° 26'-nél (0,3%-os, növekvő holdfázis)
06.24.	20:28	a Hold minimális librációja (l = +3,09°, b = +4,42°, 0,9%-os, növekvő holdfázis)
06.26.	18:45	az év legkésőbb bekövetkező napnyugtája helyi időben
06.27.	21:49	a (10) Hygiea kisbolygó (9,2 <sup>m</sup> ) 8'-cel északra látható az M22 gömbhalmaztól (5,2 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
06.28.	20:21	a (40) Harmonia kisbolygó (9,6 <sup>m</sup> ) 19'-cel délre látható az M20 diffúz ködtől (6,3 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
06.29.	18:59	a (10) Hygiea kisbolygó oppozícióban (9,1 <sup>m</sup> , Nyilas csillagkép)

**Dichotómiában a Vénusz**

A bolygó feltűnő égitestként tündököl a hajnali égen. Dichotómiája június 4-én következik be, ekkor a bolygó –4,3 magnitúdós, 24" átmérőjű és 0,50 fázisú. A bolygó szűk két órával kel a Nap előtt, napkeltekor 18°-kal emelkedik a horizont fölé. A fázisbecslést érdemes még napkelte előtt végezni, hogy a terminátor menti legsötétebb régiók is kiemelkedjenek az égi háttérből. A Schröter-effektus miatt várható, hogy a látszólagos dichotómia egy-két héttel az előre jelzett után következik be, így érdemes a hó első felében végigkövetni a fázis növekedését. Magas deklinációja miatt a bolygó a nappali égen is kiválóan megfigyelhető a délelőtti órákban.

**Június 3-án a Hold elfedi a γ Virginist***A Porrima be- és kilépése*

A Porrima (γ Virginis) nevezetes kettőscsillag, a fizikai párost alkotó komponensek egymás körüli keringése emberi időskálán, néhány év vagy évtized alatt megfigyelhető. A két 3,5 magnitúdós csillag pályája jól ismert. A 169 éves periódusú pálya periasztronja (a két csillag legnagyobb megközelítése) 2005-ben következett be (a komponensek szögtávolsága 0,4" volt), azóta már jelentősen szétnyílt a pár, a fedés idején 2,61"-re lesznek egymástól. Nagy nagyítással és legalább 5 cm-es távcsővel már elméletileg bontható a páros, a fedés során a lépcsőzetes fényességsökkenés/növekedés könnyen látható lesz a be- és kilépés során. A növekvő Hold megvilágítottsága 72%-os, így

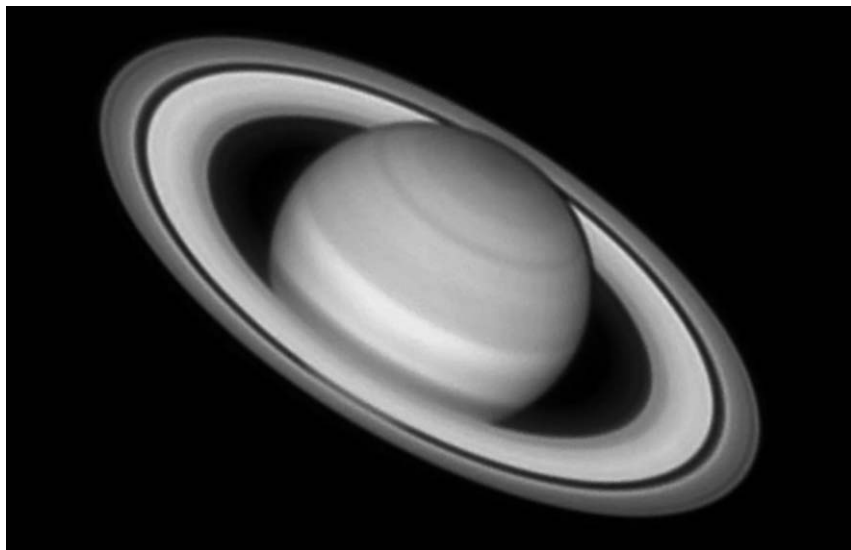
a belépésre a sötét oldalon kerül sor. Ekkor a Nap még csak 5-8°-kal lesz a horizont alatt, az erős szürkületben lesz látható a jelenség. A kilépésre majdnem 80 perccel később kerül sor, a világos oldalon a Mare Crisium közepénél, így könnyű lesz behatárolni a területet. Lehetőleg nagy nagyítást használjunk! A Porrima kilépése után nem egészen negyed órával (Budapesten 20:50:12-kor) várható az 5,9 magnitúdós ZC1825 eltűnése a sötét oldalon.

γ Virginis-fedés 2017. június 3-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	19 14 36	-5	41	77N	101		20 32 51		36	-71N	313	
Szombathely	19 14 59	-5	41	77N	102		20 33 44		36	-72N	312	
Zalaegerszeg	19 15 38	-6	41	78N	102		20 34 42		36	-72N	312	
Győr	19 16 34	-6	40	75N	100		20 34 6		35	-70N	314	
Kaposvár	19 17 40	-7	42	78N	102		20 36 44		36	-72N	312	
Veszprém	19 17 25	-6	41	76N	101		20 35 31		35	-71N	314	
Tatabánya	19 17 8	-6	40	75N	100		20 34 37		35	-70N	314	
Pécs	19 18 43	-7	42	78N	102		20 37 49		36	-72N	312	
Székesfehérvár	19 18 17	-6	41	75N	100		20 35 54		35	-70N	314	
Szekszárd	19 19 24	-7	41	77N	101		20 37 53		35	-71N	313	
Paks	19 19 29	-7	41	76N	100		20 37 31		35	-71N	314	
Budapest	19 19 9	-7	40	74N	99		20 36 0		35	-69N	315	
Kecskemét	19 20 50	-8	41	74N	99		20 37 55		35	-69N	315	
Salgótarján	19 20 17	-7	40	72N	96		20 35 44		34	-67N	317	
Szeged	19 22 10	-8	41	75N	100		20 39 44		35	-70N	314	
Miskolc	19 22 4	-7	39	71N	95		20 36 45		33	-66N	318	
Debrecen	19 24 0	-8	40	71N	95		20 38 47		33	-67N	318	
Nyíregyháza	19 23 53	-8	39	70N	94		20 38 0		33	-66N	319	

### Kiváló rálátás a Szaturnusz gyűrűjére

A gyűrűs bolygó jelenlegi keringési ciklusa során 2017-ben lehet a legnagyobb szögben rálátni a gyűrű északi felére. Bár a maximális, 27,0°-os tengelyhajlás októberre esik, oppozíciókor is 26,6°-os tengelyhajlás mellett, de nagyobb horizont feletti magasságban tudjuk megfigyelni a bolygót. Sajnos a Kígyótartóban járó planéta így sem emelkedik magasra: június 15-én, az oppozíció napján, deleléskor 22°-os horizont feletti magasságot ér el. A 0,0 magnitúdós égitest ekkor 18,4" átmérőjű. A korongon az északi félteke erősen felénk billen, a sávok íveltek. A déli féltekén a fátyolgyűrű alatt jól láthatóan kibukkan a SEB sötét sávja. A NEB várhatóan széles, markáns sávként övezi az északi féltekét, élesen elválik a világos EZ-től. Az északi póluson az apró, feketés pólussapka, nagy felbontású felvételeken a hatszögletű poláris hexagon is előbukkanhat. A gyűrű a bolygó déli pólusát teljesen eltakarja, a sötét északi pólust fényes háttérként övezi, a gyűrű szinte magába nyeli a bolygót. A gyűrű réseinek



*A Szaturnusz Stefan Buda csodálatos felvételén, 2016. május 20-án, 14:00 UT-kor, az ausztrál Melbourne-ből. A korongon finoman felsejlenek a széles vöröses NEB finom inhomogenitásai és a hatszögletű poláris hexagon. A SEB előtt a fátyolgyűrű árnyéka húzódik. A gyűrűn gyönyörűen kivehető a teljes hosszúságán végignyúló Cassini-rés, a Keeler-rés, és a jobb anzában a fátyolgyűrű rései. 40,5 DK.*

6

megpillantására most van a legjobb lehetőség. Nagy távcsővel a Cassini-rés a pólusok felé is követhető, az Encke-rés intenzitásprofilja vizsgálható az anzában, a Keeler-rés megpillantásával is próbálkozhatunk. A fátyolgyűrű és annak inhomogenitásai is megfigyelhetők. A B gyűrű anzáinak belső részén próbálkozhatunk inhomogenitások, küllők megörökítésével.

Nagy távcsővel a 8,5 magnitúdós és 0,78" átmérőjű Titan megfigyelésével is próbálkozhatunk. Az alacsony horizont feletti helyzet hatása ellen használjunk atmoszferikus diszperziókorrektort vagy IR szűrőt, vagy illesszük egymásra a színcsatornákat.

### **Bolygók – Szaturnusz, majd a Vénusz – a Hold közelében**

A nyári hónapok során – a bőséges téli és tavaszi kínálathoz képest – kevesebb szép együttállást figyelhetünk meg. Június 10-én láthatjuk a telihold (99,7%) és az oppozícióban lévő Szaturnusz csodálatos együttállását, amely ugyan egész este látható lesz, de a legszorosabb közelítés (2,3°) 10-én hajnalban történik. Ekkor a délnyugati horizont felett 15° magasságban kereshetjük a látványos égi párost.

Június 21-én, szintén a hajnali órákban (01:45 UT után) égi kísérőnk a fényes Vénuszt közelíti meg  $4,1^\circ$ -ra. A Hold fázisa 13,5% lesz, a páros körülbelül  $10^\circ$  magasan lesz észrevehető, így jó délkeleti horizont szükséges a megpillantásukhoz.

### Június 5-én két Galilei-hold korongja és árnyéka egyszerre látszik a Jupiteren

A jelenségek mindvégig kényelmes magasságban látszanak Magyarországról. Amikor az Io korongja megjelenik a Jupiter keleti peremén, a Nap már  $6-8^\circ$ -kal a horizont alatt tartózkodik, így a bolygó a szürkületben könnyen észrevehető lesz. Ekkor az Europa korongja már a Jupiter centrálmeridiánja közelében halad. 20:39-kor megjelenik az Io árnyéka, tíz perccel később pedig az Európáé a keleti peremnél. Ettől kezdve még 10 percig, vagyis 20:49 és 20:59 között mindkét hold korongja és árnyéka is a Jupiteren látható. 21:00-kor az Europa, majd 21:44-kor az Io is elhagyja a bolygókorongot. Az árnyékok még egy-másfél órán keresztül ott maradnak.



*Az Io és Europa korongja és árnyéka 20:49–21:00 UT között a Jupiter előtt látszik*

nap	óra	perc	hold neve	jelenség
5	19	32,9	Io	elévonulás kezdete
	20	38,8	Io	árnyékvetés kezdete
	20	49,1	Europa	árnyékvetés kezdete
	20	59,8	Europa	elévonulás vége
	21	44,1	Io	elévonulás vége
	22	49,4	Io	árnyékvetés vége
	23	14,2	Europa	árnyékvetés vége

### Június 22-én Aldebaran-fedés a nappali égen

Az április 28-i okkultáció után a Nap átkerült az Aldebaran keleti oldalára, így már a fogyó Hold takarja el a csillagot, először június 22-én a nappali égen (az év további részében a hajnali órákban kerül sor a fedésekre). A Hold csak 4% megvilágítottságú,  $22^\circ$ -ra van a Naptól. Az okkultáció a késő délutáni órákban lesz, vagyis a Hold ( $10^\circ$ ) alacsonyabban lesz a Napnál ( $30^\circ$ ), így a Hold biztosan láthatatlan lesz az okulárban. 35 órával vagyunk újhoid előtt, gótsó távcsövekkel ráállva a megfelelő pozícióra talán megfigyelhető a 0,9 magnitúdós csillag, így a fedés megfigyelése igazi bravúrnak számít.

A belépés előre jelzett időpontjai

Város	Belépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	15 26 53	32	12	-88N	66	
Szombathely	15 27 16	32	12	-90N	68	
Zalaegerszeg	15 27 35	31	12	-90S	69	
Győr	15 27 2	31	11	-88N	66	
Kaposvár	15 28 3	31	11	-89S	69	
Veszprém	15 27 30	31	11	-89N	67	
Tatabánya	15 27 9	31	11	-88N	66	
Pécs	15 28 18	30	10	-89S	70	
Székesfehérvár	15 27 28	30	11	-88N	66	
Szekszárd	15 28 9	30	10	-90S	69	
Paks	15 27 57	30	10	-90N	68	
Budapest	15 27 19	30	10	-87N	65	
Kecskemét	15 27 47	29	10	-88N	66	
Salgótarján	15 26 59	30	10	-85N	63	
Szeged	15 28 19	29	9	-90N	68	
Miskolc	15 27 4	29	9	-84N	62	
Debrecen	15 27 30	28	9	-85N	63	
Nyíregyháza	15 27 14	28	9	-84N	62	

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A Naptól és bolygónktól is távolodó üstökös fényessége 7,5 és 8,5 magnitúdó között csökken, miközben egyre kedvezőbb helyzetbe kerül a hajnali égen. A Pisces, majd az Aries csillagképekben kelet-északkelet felé mozgó üstökös a hó végén már 10° magasra emelkedik a csillagászati szürkület kezdetén. Megtalálását a 3,6 magnitúdós  $\eta$  Piscium segítheti 11-én hajnalban, amelytől fél fokkal délre láthatjuk, ahogy két nappal később az M74-től is, bár a néhány fokos magasságban bekövetkező együttállás nem ígérkezik könnyű fotótémának.

**C/2015 V2 (Johnson).** Az év várhatóan leglátványosabb üstököse június 12-én eléri 1,637 CSE távolságú napközelpontját, egy héttel korábban pedig 0,811 CSE-s földközelségét, így maximális, 6,5 magnitúdó körüli fényességét is a hónap első felére várjuk. A dél felé rohanó, naponta 1°-ot elmozduló égitestet az éjszaka első felében láthatjuk a Bootes, majd a Virgo csillagképekben. Emiatt csillagokban szegény, ám galaxisokban gazdag területen vonul végig, láthatóságának egyik leglátványosabb együttállására is ennek kapcsán kerül sor június 17/18-án. Ekkor az éjféle órákban az üstökös áthalad a 11,5 magnitúdós NGC 5566 és a vele kölcsönhatásban lévő NGC 5569 között, érintve a galaxisok spirálkarjait.

**41P/Tuttle–Giacobini–Kresák.** A Hercules, az Ophiuchus, majd a Serpens Cauda csillagképekben halad dél felé, miközben fényessége drámai ütemben, 11 és 15 magnitúdó között csökken. Kisebb távcsövekkel csak a hónap elején, a telehold előtt lehet még esély meg-

pillantására, 3-án 26'-cel keletre láthatjuk a 12,5 magnitúdós NGC 6574 galaxistól, 11-én este 43'-cel keletre mutatkozik a 4,6 magnitúdós 71 Ophiuchtól, 14-én este 50'-cel nyugatra fotózható az NGC 6572 kompakt planetáris ködtől. Hacsak nem következik be egy késői kitörése, a hónap második felében már csak nagy távcsövekkel vagy fotografikusan lesz elérhető, 21-én este a 4,0 magnitúdós 70 Ophiuchtól 11'-cel délkeletre találjuk, két nappal később a 4,4 magnitúdós 68 Ophiuchtól 51 ívperccel keletre észlelhető, míg 25/26-án és másnap este egy laza gömbhalmaz, az NGC 6535 fél fokos környezetében fotózhatjuk.

**71P/Clark.** A hónap utolsó hajnalán éri el napközelpontját ( $q = 1,585$  CSE), ám egész hónapban csökkenő deklinációja miatt ekkor már igen nehezen lesz elérhető a déli horizont felett, a Scorpius csillagképben. Hiába fényesedik 11,5-12 magnitúdóig, 10-15 fokos horizont feletti magassága miatt csak jó átlátszóság esetén lehet reményünk a szembenállás közeli helyzetben látszó kométa megpillantására, amit 4-én este a 2,8 magnitúdós  $\tau$  Scorpii néhány ívperces közelítése is nehezít. A környező napokban azonban asztrofotósok számára lehetőség nyílik a csillagot övező halvány vöröses köd és az üstökös közös megörökítésére.

## A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
6 1	20	30	37	be	118667	7,7	53 +	31	51 É	74	+1,3	-1,0
6 3	19	19	10	be	1821 $\gamma$ Vir	2,8	72 +	40	74 É	99	+1,8	-0,6
6 3	19	19	49	be	X 54027	3,5	72 +	40	74 É	98	+1,8	-0,6
6 3	20	36	1	ki	1821 $\gamma$ Vir	2,8	73 +	35	-69 É	315	+1,1	-1,9
6 3	20	36	26	ki	X 54027	3,5	73 +	35	-69 É	316	+1,1	-2,0
6 3	20	50	13	be	1825	5,9	73 +	33	44 É	69	+1,9	-0,5
6 8	0	36	20	be	2280 NSV 7351	6,5	98 +	15	46 É	72	+1,2	-1,0
6 13	1	23	11	ki	2935	7,0	89 -	24	89 D	255	+1,8	+0,3
6 19	0	11	45	ki	170 33 Cet	6,0	33 -	3	27 É	309	+0,1	+0,5
6 19	1	14	33	ki	178 35 Cet	6,6	33 -	13	69 É	267	+0,4	+1,5
6 20	0	52	27	ki	306	6,8	23 -	4	43 É	294	+0,1	+0,9
6 22	15	27	19	be	692 $\alpha$ Tau	0,9	4 -	10	-87 É	65	+0,1	-0,7
6 26	19	20	7	be	1336 o <sup>1</sup> Cnc	5,2	10 +	11	58 É	77	+0,1	-1,1

## Évfordulók

### 100 éve hunyt el Kristian Birkeland

*Kristian Olaf Bernhard Birkeland* (Christiania, 1867. december 13. – Tokió, 1917. június 15.), a magaslégköri jelenségek úttörő kutatója Oslóban, akkori nevén Christianiában született, itt végezte tanulmányait, és 31 évesen kapott professzori kinevezést az egyetemen. Érdeklődése először a matematika felé fordult, majd a Maxwell-egyenleteken és a Poynting-vektor általános kifejezésén keresztül a fizika és az elektromágnesség felé.

1896-ban közölte a francia akadémia folyóiratában elméletét a sarki fény keletkezéséről. Ebben az időben az elektronokat még nem fedezték föl, így a terminológia a korabeli tech-



nológiából származott. Úgy fogalmazott, hogy a naptevékenységből származó katódsugarak (tehát töltött részecskék) a Föld mágneses terével lépnek kölcsönhatásba, és a felsőléggör gázrészecskéivel ütközve létrehozzák a fényjelenséget. Elméletének alátámasztására katódsugárcső segítségével elő is állította a fényjelenséget, másrészt kiszámította a töltött részecskék pályáját a Föld mágneses terében.

A sarki fény jobb megfigyelése céljából észlelőhálózatot hozott létre Észak-Norvégiában. Az észlelések alapján megjósolta, hogy a sarki fény jelenségével összefüggésben a mágneses térhez illeszkedő szerkezetű, megaamper erősségű áramok jelennek meg a magasléggörben (Birke-land-áramok). Később az elektromágneses

folyamatok kozmológiai szerepével kezdett foglalkozni, és fölismerte, hogy az elektromágneses jelenségek megértése a világegyetem szerkezetének és fejlődésének megismerése szempontjából elengedhetetlen. Kutatásait egy sikeres ipari együttműködéssel sikerült pénzügyi oldalról alátámasztani, a Norsk Hydro cég számára készített nagy energiájú mesterséges villámot, sterilizációs és csíramentesítési alkalmazásokra.

### 150 éve született Marie-Paul-Auguste-Charles Fabry

*Marie-Paul-Auguste-Charles Fabry* (Marseille, 1867. június 11. – Párizs, 1945. december 11.) francia fizikus, optikus, akinek nevét az egyik legfontosabb interferometriai módszer és műszer őrzi. Ötgyermekes családban negyedik gyerekként látta meg a napvilágot. Felsőfokú tanulmányait Párizsban, az École Polytechnique-en végezte, ahol *Alfred Cornu* hatására fordult figyelme az optika felé.



Marseille-be visszatérve *Jules Macé de Lépinay* laboratóriumában helyezkedett el, ahol *Jean Baptiste Gaspard Gustav Alfred Perot*-val, az ipari fizikai alkalmazások kutatójával együtt kezdtek interferencia létrehozására és kis távolságok mérésére alkalmas műszert fejleszteni. 1897-ben készült el a soksugaras interferenciakészülék, amivel nagyon pontos hullámhosszmérés vált lehetővé. 1907-ben olyan pontosan határozták meg a kadmium vörös színképvonalának hullámhosszát, hogy a párizsi standard méterrúd hosszá-

ra épülönél több nagyságrenddel pontosabban lehetett definiálni a hosszúság egységét. E kísérlet hatására a következő fél évszázadban a méter definícióját a kadmium, majd később a kripton színképvonalához rögzítették.

Fabry 1921-től ismét Párizsban, a Sorbonne és az École Polytechnique professzora, az Optikai Intézet igazgatója. Kutatásait kibővítette a Nap színképe, a fotoelektromos fotometria és spektrofotometria, az égbolt éjszakai fénylése és a magaslégköri ózon vizsgálatának irányába is. Kitüntetésein (Draper-érem, Janssen-díj, Franklin-érem) túl többször jelölték Nobel-díjra is, amit végül nem kapott meg.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
3	21:50,4	Ganyemedes	ek
	23:58,9	Europa	mk
4	0:18,0	Ganyemedes	ev
	22:16,8	Io	mk
5	19:32,9	Io	ek
	20:38,8	Io	ák
	20:49,1	Europa	ák
	20:59,8	Europa	ev
	21:44,1	Io	ev
	22:49,4	Io	áv
	23:14,2	Europa	áv
6	20: 5,7	Io	fv
12	21: 0,5	Europa	ek
	21:23,7	Io	ek
	22:33,4	Io	ák
	23:26,7	Europa	ák
	23:29,6	Europa	ev
	23:34,9	Io	ev
13	22: 0,9	Io	fv
14	20:27,0	Europa	fv
	20:31,3	Ganyemedes	fk
	22:49,1	Ganyemedes	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	23:15,5	Io	ek
20	20:28,5	Io	mk
21	19:54,9	Io	ev
	21: 7,0	Io	áv
	21:54,6	Ganyemedes	mv
	23: 1,2	Europa	fv
27	22:22,1	Io	mk
28	19:36,8	Io	ek
	20:39,2	Europa	mk
	20:51,3	Io	ák
	21:48,1	Io	ev
29	20:20,0	Io	fv
30	20:24,5	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

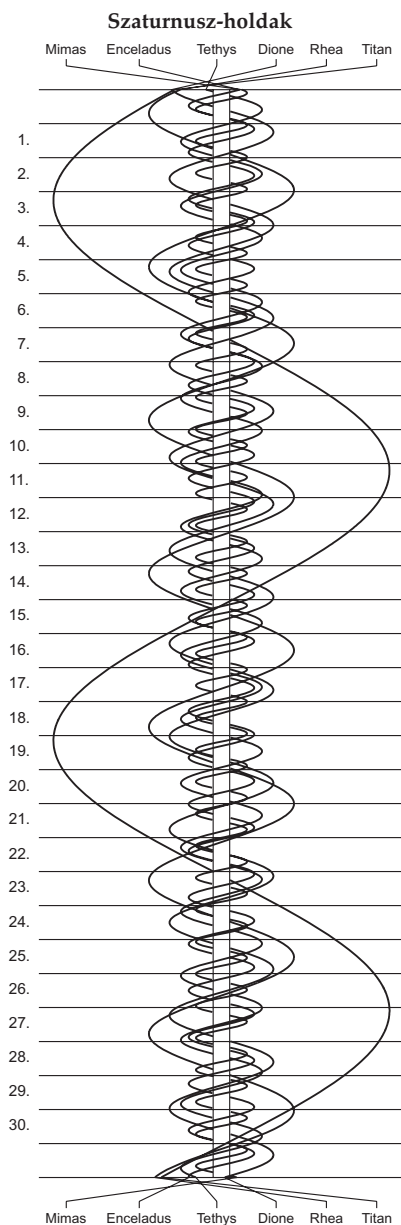
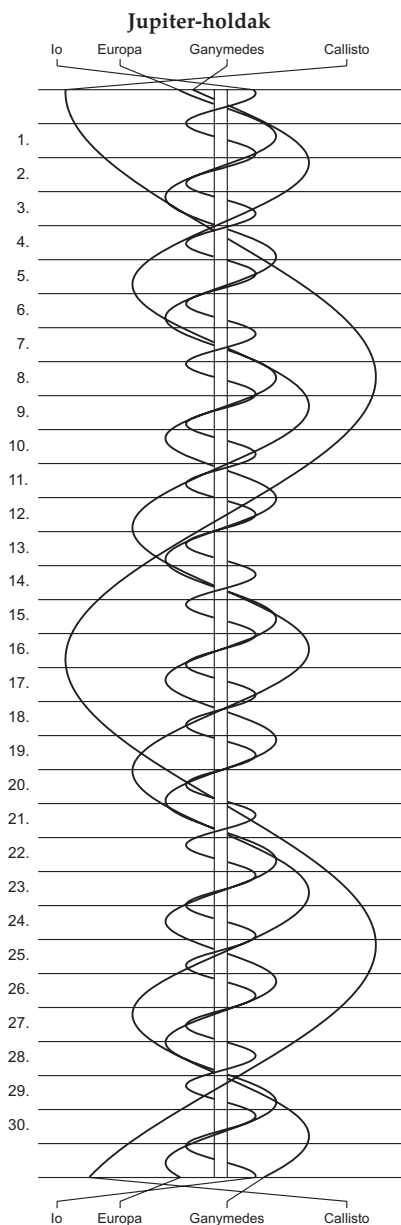
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – július**

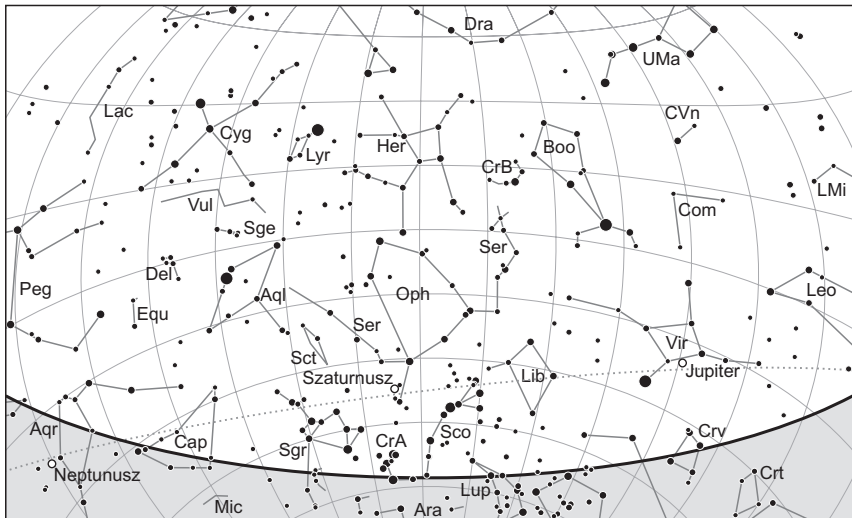
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		h m
1. sz 182.	3 50	11 48	19 45	65,6	-3,8	12 15	18 16	–	☉	1 51
2. v 183. 27. hét	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,0	13 18	19 00	0 08		
3. h 184.	3 51	11 48	19 44	65,4	-4,2	14 19	19 44	0 34		
4. k 185.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,4	15 20	20 28	1 01		
5. sz 186.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,6	16 18	21 14	1 31		
6. cs 187.	3 54	11 48	19 43	65,2	-4,7	17 15	22 00	2 04		
7. p 188.	3 54	11 49	19 42	65,0	-4,9	18 08	22 48	2 43		
8. sz 189.	3 55	11 49	19 42	64,9	-5,1	18 58	23 36	3 26		
9. v 190. 28. hét	3 56	11 49	19 41	64,8	-5,2	19 42	–	4 16	○	5 06
10. h 191.	3 57	11 49	19 41	64,7	-5,3	20 22	0 25	5 10		
11. k 192.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,5	20 58	1 13	6 09		
12. sz 193.	3 59	11 49	19 39	64,4	-5,6	21 29	2 01	7 12		
13. cs 194.	4 00	11 49	19 39	64,3	-5,7	21 58	2 49	8 16		
14. p 195.	4 01	11 50	19 38	64,1	-5,9	22 26	3 36	9 22		
15. sz 196.	4 02	11 50	19 37	64,0	-6,0	22 54	4 23	10 30		
16. v 197. 29. hét	4 03	11 50	19 36	63,8	-6,1	23 22	5 11	11 39	☉	20 26
17. h 198.	4 04	11 50	19 35	63,6	-6,1	23 54	6 01	12 51		
18. k 199.	4 05	11 50	19 35	63,5	-6,2	–	6 53	14 04		
19. sz 200.	4 06	11 50	19 34	63,3	-6,3	0 30	7 49	15 18		
20. cs 201.	4 07	11 50	19 33	63,1	-6,4	1 12	8 47	16 30		
21. p 202.	4 08	11 50	19 32	62,9	-6,4	2 02	9 48	17 37		
22. sz 203.	4 09	11 50	19 30	62,7	-6,5	3 01	10 50	18 36		
23. v 204. 30. hét	4 10	11 50	19 29	62,5	-6,5	4 08	11 51	19 27	●	10 45
24. h 205.	4 11	11 50	19 28	62,3	-6,5	5 19	12 49	20 09		
25. k 206.	4 13	11 50	19 27	62,1	-6,5	6 32	13 44	20 45		
26. sz 207.	4 14	11 50	19 26	61,8	-6,5	7 44	14 35	21 16		
27. cs 208.	4 15	11 50	19 25	61,6	-6,5	8 54	15 24	21 44		
28. p 209.	4 16	11 50	19 23	61,4	-6,5	10 01	16 10	22 11		
29. sz 210.	4 17	11 50	19 22	61,1	-6,5	11 06	16 55	22 37		
30. v 211. 31. hét	4 19	11 50	19 21	60,9	-6,5	12 08	17 40	23 04	☉	16 23
31. h 212.	4 20	11 50	19 19	60,7	-6,4	13 10	18 24	23 33		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## július

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 936	8 36 58	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 457 937	8 40 54	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 457 938	8 44 51	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 457 939	8 48 47	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 457 940	8 52 44	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 457 941	8 56 40	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 457 942	9 00 37	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 457 943	9 04 33	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 457 944	9 08 30	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 457 945	9 12 27	Amália, Alma
11.	2 457 946	9 16 23	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 457 947	9 20 20	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 457 948	9 24 16	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 457 949	9 28 13	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 457 950	9 32 09	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 457 951	9 36 06	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 457 952	9 40 02	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 457 953	9 43 59	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 457 954	9 47 56	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 457 955	9 51 52	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 457 956	9 55 49	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 457 957	9 59 45	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 457 958	0 03 42	Lenke, Brigitta
24.	2 457 959	0 07 38	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 457 960	0 11 35	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 457 961	0 15 31	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 457 962	0 19 28	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 457 963	0 23 25	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 457 964	0 27 21	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 457 965	0 31 18	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 457 966	0 35 14	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



*A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** Egész hónapban megfigyelhető az alkonyati ég alján, bár láthatósága nem a legjobb. A hónap elején mintegy ötven perccel nyugszik a Nap után. Ez az érték a hónap közepére közel egy és negyed órára növekszik. 30-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $27,2^\circ$ -ra a Naptól. Ekkorra a láthatósága kissé romlik, csak kevesebb mint egy órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** Fényesen ragyog a hajnali északkeleti égen. Egyre hosszabb ideig észlelhető, a hónap elején két és fél, a végén már három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,2^m$ -ről  $-4,0^m$ -ra, átmérője  $18,2''$ -ről  $14,6''$ -re csökken, fázisa  $0,63$ -ról  $0,74$ -ra nő.

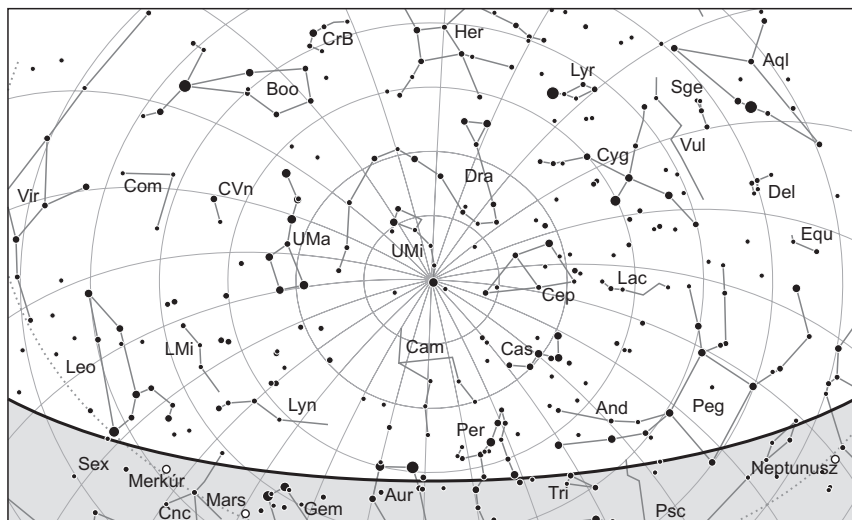
**Mars:** Előretartó mozgást végez az Ikrek, majd 17-étől a Rák csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 27-én együttállásban van a Nappal. Fényessége,  $1,7^m$ , látszó átmérője  $3,6''$ -ről  $3,5''$ -re csökken.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében látszik a délnyugati égen. Fényessége  $-2,0^m$ , átmérője  $36''$ .

**Szaturnusz:** Hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az éjszaka első felében látható, hajnalban nyugszik. Fényessége  $0,1^m$ -ről  $0,3^m$ -ra csökken, átmérője  $18''$ , enyhén csökkenő.

**Uránusz:** Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a Halak csillagképben. Előretartó mozgása tovább lassul.

**Neptunusz:** A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



*Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 07.01. | 0:51  | első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 30' 26")   |
| 07.01. | 10:01 | a Hold maximális librációja ( $l = +6,51^\circ$ , $b = -5,03^\circ$ , 54,0%-os, növekvő holdfázis)   |
| 07.01. | 19:25 | a Jupiter $5,4^\circ$ -kal nyugatra látható az 57,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Szűz csillagképben                        |
| 07.02. | 17:44 | a (3) Juno kisbolygó oppozícióban ( $9,7^m$ , Pajzs csillagkép)  |
| 07.02. | 21:42 | a (10) Hygiea kisbolygó ( $9,2^m$ ) $14,5'$ -cel délre látható az NGC 6642 gömbhalmaztól ( $9,1^m$ ) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 07.03. | 20:11 | a Föld naptávolban ( $1,016676$ CSE-re)  |
| 07.04. | 20:08 | a Hold mögül kilép a $\gamma$ Librae ( $3,9^m$ , 84%-os, növekvő holdfázis)  |
| 07.05. | 1:19  | a Vénusz és a Fiastyúk együttállása a hajnali égen   |
| 07.05. | 18:33 | a Pluto törpebolygó eléri legnagyobb látszó fényességét, $14,2^m$ -t a Nyilas csillagképben  |
| 07.06. | 4:17  | a Hold földtávolban (földtávolság 405 957 km, látszó átmérő: 29' 26,1", 91,8%-os, növekvő holdfázis)   |
| 07.06. | 19:23 | a Szaturnusz $4,6^\circ$ -kal délkeletre látható a 94,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben              |
| 07.07. | 21:38 | a Pluto törpebolygó földközeli, távolsága 32,34 CSE, látszó átmérője 0,1"  |

**Dátum Időpont Esemény**

07.08.	10:49	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-19^{\circ} 26'$ -nél (99,4%-os, növekvő holdfázis)
07.08.	20:53	a 99,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $12' 14''$ -cel délre látható a $\xi^1$ Sgr ( $5,0^m$ )
07.09.	4:07	telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője $29' 41''$ )
07.09.	23:12	a 99,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $53,2''$ -cel északra látható az 57 Sgr ( $5,9^m$ )
07.10.	4:23	a Hold minimális librációja ( $l = -3,63^{\circ}$ , $b = -2,91^{\circ}$ , 99,0%-os, csökkenő holdfázis)
07.10.	4:34	a Pluto törpebolygó oppozícióban a Nyilas csillagképben
07.10.	20:42	a 97,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $10' 41''$ -cel délre látható az $\upsilon$ Cap ( $5,2^m$ )
07.13.	1:29	a Vénusztól $16' 41''$ -cel délnyugatra látható az $\epsilon$ Tau ( $3,5^m$ ) a reggeli szürkületben
07.14.	1:07	a Hold mögül kilép a $\chi$ Aquarii ( $4,9^m$ , 78%-os, csökkenő holdfázis)
07.16.	1:33	a Neptunusztól $10' 41''$ -cel északnyugatra látható a 81 Aqr ( $6,2^m$ ) a reggeli szürkületben
07.16.	1:33	a Vénusztól $1,0^{\circ}$ -kal délkeletre látható az NGC 1647 nyílthalmaz ( $6,4^m$ ) a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
07.16.	19:26	utolsó negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $31' 50''$ )
07.17.	3:46	a Hold maximális librációja ( $l = -5,80^{\circ}$ , $b = +6,10^{\circ}$ , 46,2%-os, csökkenő holdfázis)
07.17.	19:14	a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $4,5^{\circ}$ , $-0,0^m$ , fázisa 65%
07.17.	21:40	a (89) Julia kisbolygó ( $10,0^m$ ) $10' 42''$ -cel keletre látható a $\gamma$ Psc-től ( $3,7^m$ )
07.18.	1:14	a 36,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $5' 3''$ -cel északra látható a $\mu$ Cet ( $4,3^m$ )
07.20.	2:30	a Vénusz $5,9^{\circ}$ -kal északkeletre látható az 15,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
07.20.	2:30	a Vénusz, a Hold és a Hyadok csillaghalmaz együttállása a hajnali égbolton
07.21.	1:41	a Vénusztól $23' 28''$ -cel délre látható a 106 Tau ( $5,3^m$ ) a reggeli szürkületben
07.21.	17:04	a Hold földközélben (földtávolság 361 222 km, látszó átmérő: $33' 4,8''$ , 4,3%-os, csökkenő holdfázis)
07.21.	22:07	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+19^{\circ} 25'$ -nél (3,3%-os, csökkenő holdfázis)
07.22.	2:32	31 óra 14 perces holdsarló $3,7^{\circ}$ magasan a reggeli égen (a Vénusztól $23^{\circ}$ -kal keletre)
07.23.	3:41	a Hold minimális librációja ( $l = +3,09^{\circ}$ , $b = +3,13^{\circ}$ , 0,1%-os, csökkenő holdfázis)
07.23.	9:46	újhold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője $32' 52''$ )
07.25.	19:04	a Merkúr $4,9^{\circ}$ -kal nyugatra látható a 7,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben

**Dátum Időpont Esemény**

07.25.	19:04	a Merkúr, a Hold és a Regulus együttállása az esti égen az Oroszlán csillagképben
07.27.	0:15	a Mars együttállásban a Nappal
07.27.	0:45	a (7) Iris kisbolygó (9,3 <sup>m</sup> ) 1,5'-cel északnyugatra látható az M74 galaxistól (NGC 628, 9,4 <sup>m</sup> ) a Halak csillagképben
07.27.	1:26	a Vénusztól 41'-cel északnyugatra a Rák-köd (M1, 8,4 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
07.27.	1:51	a Vénusztól 27'-cel délkeletre látható a $\zeta$ Tau (3,0 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
07.27.	23:35	a Merkúr dichotómiája (27,1°-os keleti elongáció, 7,4'' látszó átmérő)
07.28.	19:00	a Jupiter 2,9°-kal délkeletre látható a 32,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Szűz csillagképben
07.29.	14:52	a Hold maximális librációja (l = +5,85°, b = -5,94°, 40,1%-os, növekvő holdfázis)
07.29.	20:23	a Hold mögé belép a 88 Virginis (6,6 <sup>m</sup> , 42%-os, növekvő holdfázis)
07.30.	1:24	a Vénusztól 6' 23'' távolságra északkeletre látható a Berk 21 nyílthalmaz (11,1 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben az Orion csillagképben
07.30.	4:39	a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (27,2°, 0,3 <sup>m</sup> , 7,7'' átmérő, 47% fázis, Oroszlán csillagkép)
07.30.	6:00	A Déli Delta Aquaridák meteorraj maximuma (ZHR = 25). Az első negyedben járó Hold lenyugvása után zavartalan körülmények között figyelhetjük a rajt az éjszaka második felében.
07.30.	15:23	első negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29' 55'')
07.31.	1:29	a Vénusztól 29,5'-cel keletre látható a Basel 11B nyílthalmaz (8,9 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben az Orion csillagképben

**A Hold és a Vénusz együttállása július 20-án**

Július 20-án hajnalban lehetünk tanúi az év egyik legszebb együttállásának, amikor a Hold a Bika csillagkép legfényesebb csillaga, az Aldebaran mellett, a Vénusz közelében lesz látható. 01:20 UT körül a horizont felett 10°-kal lesz látható a 15%-os holdsarló,



tőle nagyjából 1°-ra találjuk az Aldebarant, és 2°-kal északkelet felé a 6 magnitúdós NGC 1647 nyílthalmazt. A Vénusz 6°-kal észak felé lesz látható a horizonttal párhuzamosan.

Július 28-án este (19:00 UT) a 32%-ban megvilágított növekvő holdsarlótól 3°-ra találjuk majd a Jupitert, és kissé távolabb a Spica és a Porrima ( $\gamma$  Vir) is csatlakozik hozzájuk.

*A Vénusz, a Hold és az Aldebaran (valamint a Hyadok csillaghalmaz) látványos együttállása a hajnali égbolton július 20-án*

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A hajnali égen tartózkodó üstökös láthatósága folyamatosan javul, azonban növekvő föld- és naptávolsága miatt fényessége apadni fog, várhatóan 8,5 és 10 magnitúdó között. Az Ariesben kelet-északkelet felé egyre lassabban haladó vándor a hónap végén már majd' 30° magasra emelkedik. Útja során 1-jén és 2-án hajnalban is 24' távolságban fotózhatjuk a 13,5 magnitúdós NGC 935-IC 1801 galaxispárostól, 7-én 19'-cel északnyugatra lesz az 5,7 magnitúdós  $\mu$  Arietistől, 15-én 12'-re nyugatra, másnap pedig 18'-re keletre láthatjuk a 4,9 magnitúdós  $\epsilon$  Arietistől, míg a hónap utolsó hajnalán a 6,0 magnitúdós 66 Arietistől fél fokkal nyugatra kereshetjük.

**C/2015 V2 (Johnson).** A júniusi nap- és földközelsége után távolodó, 7 és 8 magnitúdó között halványuló üstökös folytatja déli irányú gyors mozgását a Virgo, a Hydra, majd a Centaurus csillagképekben, így a hónap második felében már túl alacsonyra kerül az esti égen ahhoz, hogy megfigyelhessük. Mivel dél felé hagyja el a Naprendszert (a jelenlegi számítások szerint örökre), a mi földrajzi szélességünkről később sem lesz elérhető, vagyis július első két hetében észlelhetjük utoljára. Amennyiben szeretnénk elbúcsúzni a Johnson-üstököstől, azt ne 1-jén este tegyük, bár ekkor csak néhány ívpercre fog látszani a 4,2 magnitúdós  $\kappa$  Virginistől, ám 10-én este fotósaink még megörökíthetik 7 ívperces együttállását a 13,5 magnitúdós NGC 5510 galaxissal.

**213P/Van Ness.** A Lowell Obszervatórium 68 cm-es Schmidt-távcsövének 2005. szeptember 10-i felvételein fedezte fel Michael Van Ness. A 17 magnitúdós periodikus üstökös az egy hónappal korábbi felvételeken még csak 18,5-19 magnitúdós volt, majd a következő egy hónapban 13 magnitúdóig fényesedett, vagyis jelentős kitörésen esett át. A következő, 2011-es visszatérése idején megint elérte a 13 magnitúdós fényességet, miközben három kisebb fragmentumot is felfedeztek a porcsóvájában, amelyek a 2005-ös kitörés során szakadhattak le a magról. Idén a korábbiaknál jobban megközelíti Földünket – köszönhetően 0,14 CSE-vel lecsökkent perihéliumtávolságának –, így akár 12 magnitúdóig is felfényesedhet.

213P/Van Ness

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
07.01.	19 16 12	-32 02 01	1,085	2,090	168	11,9
07.11.	19 07 34	-31 11 03	1,058	2,067	171	11,8
07.21.	18 59 11	-30 03 40	1,053	2,047	163	11,7
07.31.	18 52 38	-28 43 29	1,071	2,029	153	11,7
08.10.	18 49 06	-27 16 24	1,108	2,015	143	11,8
08.20.	18 49 08	-25 47 49	1,162	2,003	134	11,8
08.30.	18 52 50	-24 21 09	1,230	1,993	125	11,9
09.09.	18 59 55	-22 57 39	1,310	1,987	118	12,1
09.19.	19 09 57	-21 36 41	1,399	1,984	110	12,2
09.29.	19 22 28	-20 16 41	1,495	1,984	104	12,3
10.09.	19 37 01	-18 55 46	1,596	1,987	97	12,5
10.19.	19 53 08	-17 32 07	1,703	1,993	91	12,7
10.29.	20 10 29	-16 04 11	1,813	2,002	86	12,8



A szeptember 24-i perihéliuma ( $q = 1,985$  CSE) felé közeledő üstökös ebben a hónapban kerül szembenállásba a Sagittarius csillagképben – sajnos  $-32^\circ$ -os deklináció mellett. A 12 magnitúdó körüli égitest 15-e és 23-a között  $1^\circ$ -nál közelebb látszik a 2,6 magnitúdós  $\zeta$  Sagittariinhoz, miközben 22/23-án éjszaka a 8 magnitúdós M54 gömbhalmaztól  $1^\circ$ -kal északkeletre láthatjuk.

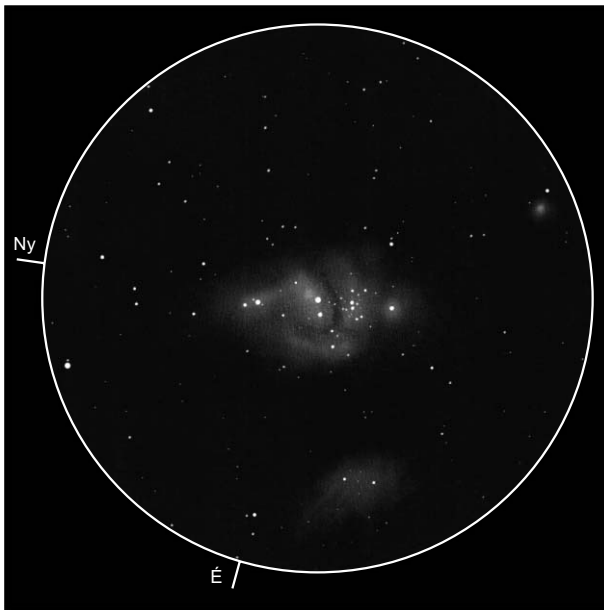
### Messier 8: emissziós köd és csillaghalmaz a Sagittariusban

Az M8, népszerű nevén a Lagúna-köd, a Messier-lista egyik legcsodálatosabb objektuma. Összfényessége 3-4 magnitúdó, ezért szabad szemmel is kitűnően látható, de kiterjedtségén kívül még nem sok állapítható meg róla. Úgy találhatjuk meg, ha a  $\lambda$  Sagittariitól (a Teáskanna aszterizmus tetejétől) nyugat-északnyugat felé  $5^\circ$ -ot haladunk – ez egy jó 10×50-es binokulár látómezejébe befér.

Az ionizált gáz sötét molekulafelhőből kiemelkedő „tengeröble” az energiáját szinte teljes egészében három O színektípusú csillag sugárzásából, elsősorban a 9 Sagittariitól nyeri. A halmaz is ebből a ködből jöhetett létre néhány millió évvel ezelőtt. A 9 Sagittarii mellett látható néhány ívperces ködösség az Óraüveg-köd nevet viseli, és talán csak néhány tízezer év óta bocsát ki fényt. A felületen az ionizálatlan gáz és por csomócskái (Bok-globulák, születőben lévő csillagkezdemények) láthatóak, valamint az a két hosszúkas, vaskos porsáv is, amelyek a Lagúna-köd nevet ihlették. A köd fő tömege egy bő fél fok átmérőjű, szabály-



Az M8 és környezete. Németh Róbert fotója a namíbiai Isabis-farmról készült 80/400-as Esprit apokromáttal



*Cseh Viktor rajza az M8-ról. 13T, 26×, 2° 9'*

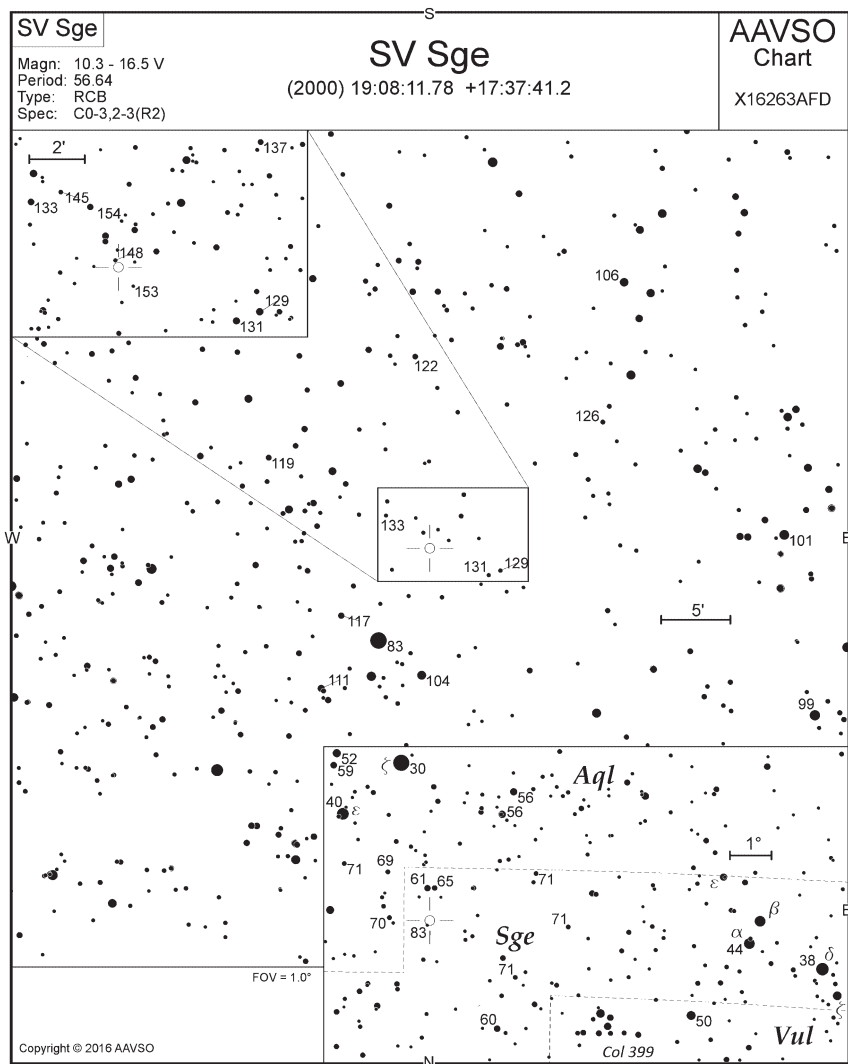
talánul kerek térrészben összpontosul, amelynek a középpontján átlósan halad keresztül a porsáv, tőle keletre a halmaz ködbe ágyazott fényes csomója látható. Nyugat felé a 9 Sagittarii által megvilágított legfényesebb, kerek térség található, sok inhomogenitással: porsávokkal és az Óraüveg-köddel. A halmaztól délnyugat felé húzódik a köd másik nagyon fényes csapása, amelyet csak egy igen keskeny porösvény választ el a központi régiótól. Északon egy halványabb, de még mindig igen könnyen észlelhető hosszúkás terület fénylik.

Binokulárral és távcsöveink legkisebb nagyításával rendkívüli látványban lesz részünk. Sötét égen szemlélve nemcsak a Lagúna-ködöt és fent leírt durva részleteit, hanem a közelében látható M20-at (Trifid-köd) és M21-et is egy látómezőben figyelhetjük meg. Az M8-tól kelet felé eső 11 Sgr mellett a Collinder 367, a Sharpless (Sh2-) 29 és az NGC 6559 együttes is láthatjuk. A Lagúna-köd halmazától délkelet felé mintegy 50'-re a 8 magnitúdós NGC 6544 gömbhalmaz néhány ívperces foltocskája hívja fel magára a figyelmünket. Az M20 és a 11 Sgr között félúton a 15' kiterjedésű és 8 magnitúdós NGC 6546 laza nyílthalmazt találjuk, de csak sötét égbolton nézve. Az M8 és M20 között egy kisebb méretű Tejút-folt található.

Az M8 nagy átmérőjű műszerekben mutatja legszebb arcát. OIII-szűrő használata mellett a teljes felületen kontrasztos éles részletek, porsávok, foltok tűnnek fel, teljesen fényképszerűvé varázsolva a látványt. Nagy nagyítással az Óraüveg-köd homokóra alakja is teljesen egyértelműen kirajzolódik, bár ennek a fényes alakzatnak a formáját már kisebb műszerrel is észre lehet venni.

## Szeszélyes óriás: az SV Sagittae

Az R Coronae Borealis típusú változócsillagok, így jellemzőik bemutatása rendszeres témája az észlelési ajánlatoknak. Az akár állandó mozgásban, akár hosszú évekig nyugalomban, maximumuk környékén lévő csillagok az egyik legizgalmasabb észlelési



feladatot jelentik az eruptív változók megfigyelőinek. Az RCB objektumok, csekély számuk ellenére a változócsillagok egyik legszerteágazóbb családját alkotják. A mind spektrális tulajdonságaikban, mind kitöréseik nagyságát és gyakoriságát tekintve inhomogén csoport talán egyetlen közös jellemzője, hogy tagjainak aktivitása előre jelezhetetlen. Erre az 1928-ban, fotografikus úton felfedezett, ám hivatalosan csak 1976-ban az RCB típusba sorolt SV Sagittae viselkedése is jó példa. A nyugalmi állapotában 11 magnitúdó körül hullámzó csillag az utóbbi három évtizedben hét nagyobb elhalványodást produkált, amelyek közül három elérte a 16 magnitúdót is, 2005–2006 fordulóját követően azonban már csak apróbb pulzációt mutatott, egészen napjainkig. Az 1886-ig visszakövethető, ám igen hiányos archív adatok alapján rekonstruált fénygörbéjén több, hasonlóan hosszú nyugalmi időszakot találunk, jelenlegi inaktivitása tehát nem egyedi jelenség. Mivel elhalványodása bármikor bekövetkezhet, heti rendszerességű megfigyelésével talán egy újabb aktív időszakának lehetünk elsők között tanúi.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
7 3	20	42	33	be	158835	7,1	76 +	25	75 D	125	+1,4	-1,6
7 4	18	41	20	be	2223 $\gamma$ Lib	3,9	83 +	27	89 D	109	+1,7	+0,0
7 4	20	7	52	ki	2223 $\gamma$ Lib	3,9	84 +	27	-86 É	291	+1,8	-0,8
7 6	23	36	56	be	2497	6,5	95 +	15	90 D	103	+1,4	-1,4
7 13	23	41	14	ki	146589 NSV 26046	7,4	78 -	23	32 É	307	+1,6	+0,2
7 14	1	7	22	ki	3421 $\chi$ Aqr	4,9	78 -	32	90 D	249	+1,5	+1,2
7 19	0	54	5	ki	93548	7,9	25 -	13	44 É	300	+0,3	+0,8
7 29	19	59	38	be	1976	7,0	42 +	15	21 É	41	+1,1	+0,3
7 29	20	22	52	be	1978 88 Vir	6,6	42 +	11	43 É	63	+0,7	-1,0

### Évforduló

#### 150 éve született Andrew Douglass

*Andrew Ellicott Douglass* (Windsor, Vermont, 1867. július 5. – Tucson, 1962. március 20.) a jelentős észlelők közé tartozó amerikai csillagász. Legismertebb eredménye a fák évgyűrűi és a napfoltciklus közötti kapcsolat felismerése.

Tanulmányait Ohióban fejezte be, posztgraduális éveit a Harvardon töltötte, és *William Pickering* csoportjával rendszeresen észlelt a perui Arequipában. 1892-ben a *Percival Lowell* irányította Flagstaff Obszervatóriumba került, ahol többek között a Jupiter holdjait tanulmányozta. Ebben az időben egy mexikói észlelőállomás kialakításán is dolgoztak, ami végül nem valósult meg, ám Douglass jelentős részt vállalt az előkészítésben, az asztróklíma tanulmányozásában.

Flagstaffi észleléseinek precizítása közismert volt, többek között *Edward Barnard* elismerését is kivívta. Kellemetlen kalandjához is észlelései kvalitásai vezettek. Lowell a Mars megfigyelésével bízta meg, ám Douglass észlelései a marsi légkör felhőalakza-



tairól vegyes visszhangot váltottak ki a Lowell Obszervatórium Mars-megfigyeléseivel szemben már eléggé szkeptikus csillagász-társadalomban. Lowell mindenképpen a marsi intelligens élet jeleit akarta ugyanis kimutatni. Douglass – vesztere – a terminátoron jelentkező tranzienst fénylést figyelt meg, amit Lowell útmutatásai alapján a marsi civilizációk üzeneteként kellett értelmeznie. A közlemény publikálását George Hale ellentmondást nem tűrő döntéssel megtagadta. Douglass magánlevelezésében Lowell makacsságát okolta a kudarcért. Ez a levél kisvártatva Lowell kezébe került, Douglass pedig munkanélküli állományba.

1906-ban Douglass az Arizonai Egyetem obszervatóriumában kapott állást. Észlelési munkáin túl új érdeklődési területének hódolva megalapította a dendrokronológiai laboratóriumot, fák évgyűrűi-

nek vizsgálata céljából. Abból a mára teljesen elfogadott nézetből indult ki, hogy a fák évgyűrűinek növekedési üteme jól tükrözi a klímaváltozást. Azt is tudjuk, hogy a napfoltciklus kihat a klímára, és – Douglass megfigyelése alapján – az évgyűrűk rendszere is leír bizonyos ciklikus klímaváltozásokat. Douglass ezeket a ciklusokat a napfoltciklussal kívánta összefüggésbe hozni. Javaslatát akkoriban feltűnést keltett, mára azonban világossá vált, hogy a klimatikus ciklusok általában hosszabbak, és jóval irregulárisabbak a napfoltciklusnál. Jelenleg azt a kérdést övezi termékeny disputa, hogy a napfoltciklus hosszabb ideig tartó leállása kapcsolatban áll-e kis jégkorszakokkal, és ezek hogyan tanulmányozhatók az évgyűrűk szerkezetében. Douglass eredményei tehát ismétlen vegyes fogadtatásra találtak, azonban elvitathatatlan érdeme a fák évgyűrűinek tanulmányozására használható periodográf és ciklográf megalkotása.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	20:31,1	Ganymedes	áv
5	21:30,9	Io	ek
6	22:15,2	Io	fv
7	19:24,8	Io	áv
	20:30,9	Europa	ev
	20:38,4	Europa	ák
9	19:35,1	Ganymedes	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
13	20:41,3	Io	mk
14	20: 6,3	Io	ev
	20:39,4	Europa	ek
	21:19,5	Io	áv
16	20: 1,7	Europa	fv
	21: 2,4	Ganymedes	ek
21	19:50,8	Io	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
21	21: 4,0	Io	ák
22	20:34,4	Io	fv
27	20:29,3	Ganymedes	fk
29	19: 4,8	Io	mk
30	19:37,6	Io	áv
	20:23,7	Europa	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

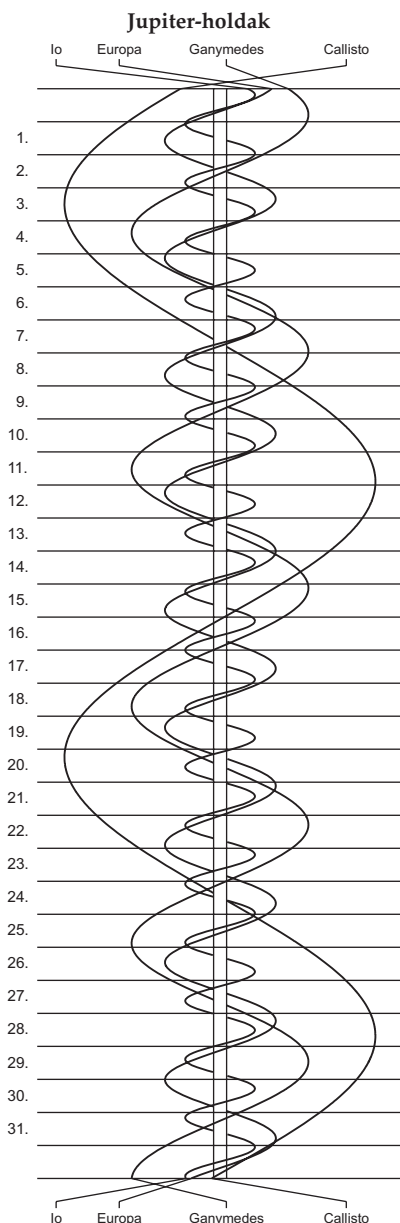
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

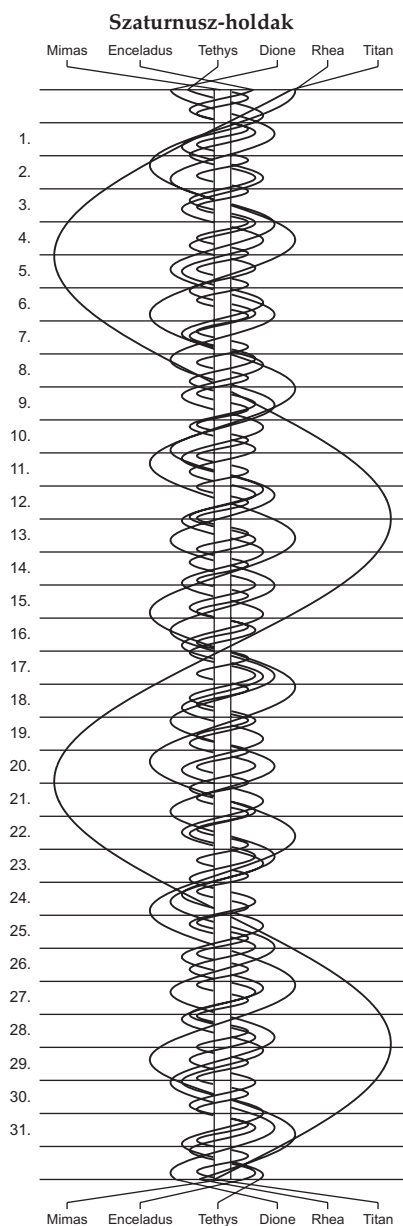
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – augusztus**

KÖZEI

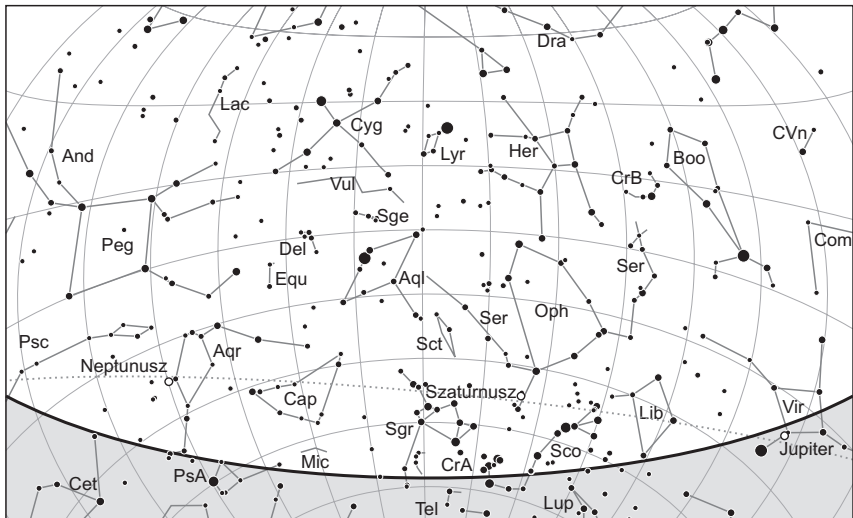
Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. k 213.	4 21	11 50	19 18	60,4	-6,4	14 09	19 10	–	
2. sz 214.	4 22	11 50	19 17	60,1	-6,3	15 07	19 56	0 05	
3. cs 215.	4 24	11 50	19 15	59,9	-6,2	16 02	20 43	0 41	
4. p 216.	4 25	11 50	19 14	59,6	-6,1	16 53	21 31	1 23	
5. sz 217.	4 26	11 50	19 12	59,4	-6,0	17 39	22 20	2 10	
6. v 218.	4 28	11 50	19 11	59,1	-5,9	18 21	23 09	3 03	
32. hét									
7. h 219.	4 29	11 49	19 09	58,8	-5,8	18 59	23 58	4 01	○ 19 11
8. k 220.	4 30	11 49	19 08	58,5	-5,7	19 32	–	5 02	
9. sz 221.	4 32	11 49	19 06	58,2	-5,6	20 02	0 46	6 07	
10. cs 222.	4 33	11 49	19 04	57,9	-5,4	20 31	1 34	7 14	
11. p 223.	4 34	11 49	19 03	57,6	-5,3	20 58	2 21	8 22	
12. sz 224.	4 35	11 49	19 01	57,4	-5,1	21 27	3 09	9 31	
13. v 225.	4 37	11 48	18 59	57,0	-4,9	21 57	3 58	10 41	
33. hét									
14. h 226.	4 38	11 48	18 58	56,7	-4,7	22 30	4 49	11 53	
15. k 227.	4 39	11 48	18 56	56,4	-4,5	23 09	5 42	13 04	● 2 15
16. sz 228.	4 41	11 48	18 54	56,1	-4,3	23 54	6 38	14 15	
17. cs 229.	4 42	11 48	18 52	55,8	-4,1	–	7 36	15 22	
18. p 230.	4 43	11 47	18 51	55,5	-3,9	0 47	8 36	16 23	
19. sz 231.	4 45	11 47	18 49	55,1	-3,7	1 49	9 35	17 17	
20. v 232.	4 46	11 47	18 47	54,8	-3,5	2 57	10 34	18 02	
34. hét									
21. h 233.	4 47	11 47	18 45	54,5	-3,2	4 09	11 30	18 40	● 19 30
22. k 234.	4 49	11 46	18 43	54,1	-3,0	5 21	12 23	19 14	
23. sz 235.	4 50	11 46	18 42	53,8	-2,7	6 33	13 13	19 43	
24. cs 236.	4 51	11 46	18 40	53,5	-2,5	7 42	14 01	20 11	
25. p 237.	4 53	11 46	18 38	53,1	-2,2	8 49	14 48	20 37	
26. sz 238.	4 54	11 45	18 36	52,8	-1,9	9 54	15 33	21 04	
27. v 239.	4 55	11 45	18 34	52,4	-1,6	10 57	16 18	21 33	
35. hét									
28. h 240.	4 57	11 45	18 32	52,1	-1,3	11 58	17 04	22 04	
29. k 241.	4 58	11 45	18 30	51,7	-1,0	12 57	17 50	22 39	● 9 13
30. sz 242.	4 59	11 44	18 28	51,4	-0,7	13 53	18 37	23 18	
31. cs 243.	5 01	11 44	18 26	51,0	-0,4	14 45	19 24	–	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.



## augusztus

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 967	0 39 11	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 457 968	0 43 07	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 457 969	0 47 04	Hermína, István, Lídia, Terézia
4.	2 457 970	0 51 00	Domonkos, Dominika
5.	2 457 971	0 54 57	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 457 972	0 58 54	Berta, Bettina, Géza
7.	2 457 973	1 02 50	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 457 974	1 06 47	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 457 975	1 10 43	Emőd, János, Roland
10.	2 457 976	1 14 40	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 457 977	1 18 36	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 457 978	1 22 33	Klára, Hilda, Leticia
13.	2 457 979	1 26 29	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 457 980	1 30 26	Marcell, Menyhért
15.	2 457 981	1 34 23	Mária, Alfréd
16.	2 457 982	1 38 19	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 457 983	1 42 16	Jácint
18.	2 457 984	1 46 12	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 457 985	1 50 09	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 457 986	1 54 05	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 457 987	1 58 02	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 457 988	2 01 58	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 457 989	2 05 55	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 457 990	2 09 52	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 457 991	2 13 48	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 457 992	2 17 45	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 457 993	2 21 41	Gáspár, József, Mónika
28.	2 457 994	2 25 38	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 457 995	2 29 34	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 457 996	2 33 31	Róza, Leticia, Rózsa
31.	2 457 997	2 37 27	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna



*A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első napjaiban még kereshető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében, de láthatósága gyorsan romlik. A hónap hátralévő részében nincs megfigyelésre alkalmas helyzetben. 27-én alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** A hajnali keleti égbolt ragyogó fehér fényű égiteste. Három órával kel a Nap előtt, idei legjobb hajnali láthatóságát adva. Fényessége  $-4,0^m$ -ról  $-3,9^m$ -ra, átmérője  $14,5''$ -ről  $12,5''$ -re csökken, fázisa  $0,74$ -ről  $0,83$ -ra nő.

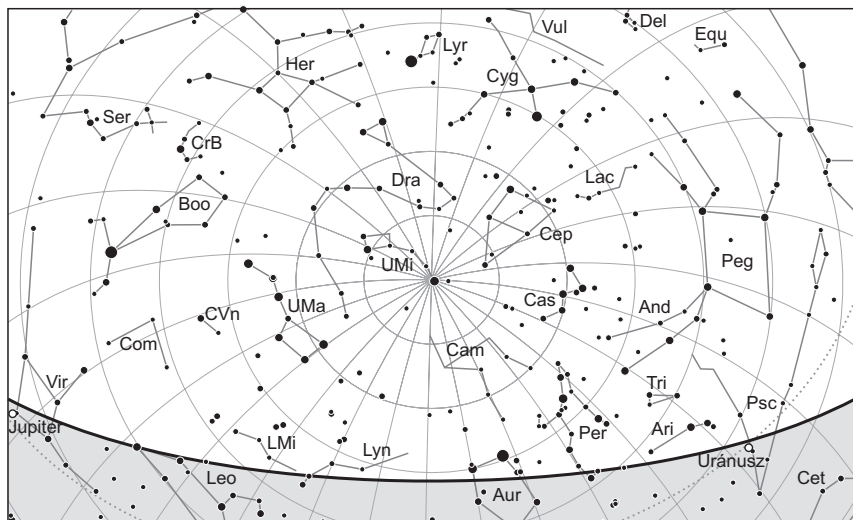
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Rák, majd 17-étől az Oroszlán csillagképben. A hónap utolsó harmadában már kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, a hónap végén már egy órával kel a Nap előtt. Fényessége csökken  $1,7^m$ -ről  $1,8^m$ -ra, látszó átmérője  $3,5''$ -ről  $3,6''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti délnyugati égbolton feltűnő égitest éjjel előtt nyugszik. Fényessége  $-1,8^m$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** 25-éig hátráló, majd ismét előretartó mozgást végez a Kígyóirtató csillagképben. Éjjel után nyugszik, az éjszaka első felében látható a délnyugati ég alján. Fényessége  $0,3^m$ -ról  $0,4^m$ -ra csökken, átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Éjjel körül kel, az éjszaka második részében látható a Halak csillagképben. Előretartó mozgása 3-án hátrálóvá változik, és fokozatosan gyorsul.

**Neptunusz:** Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását.



*Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 08.02. | 17:50 | a Hold földtávolban (földtávolság 405 058 km, látszó átmérő: 29' 30,0", 77,9%-os, növekvő holdfázis)                                       |
| 08.02. | 21:39 | a Hold mögé belép a 29 Ophiuchi (6,3 <sup>m</sup> , 79%-os, növekvő holdfázis)   |
| 08.02. | 23:13 | a (89) Julia kisbolygó (9,7 <sup>m</sup> ) 22,8'-cel délnyugatra látható az NGC 7562 galaxistól (11,6 <sup>m</sup> ) a Halak csillagképben |
| 08.03. | 1:31  | a Vénusztól 2,5°-kal északra látszik az M35 nyílthalmaz (5,1 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben                  |
| 08.03. | 18:51 | a Szaturnusz 6,2°-kal nyugatra látható a 85,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó/Nyilas csillagképben           |
| 08.03. | 20:51 | a Szaturnusztól 1' 39" távolságra északra látható a Barnard 67 sötét köd a Kígyótartó csillagképben  |
| 08.04. | 18:15 | a Hold eléri legkisebb deklinációját -19° 24'-nél (91,5%-os, növekvő holdfázis)  |
| 08.05. | 10:39 | a Mars földtávolban, távolsága 2,658161 CSE, látszó átmérője 3,5"  |
| 08.05. | 20:30 | a Vénusz eléri legnagyobb deklinációját +21° 58'-nél az Ikrek csillagképben  |
| 08.06. | 2:08  | a Vénusztól 21,9'-cel délnyugatra látható a 14 Gem (6,5 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben  |
| 08.06. | 21:43 | a Hold mögé belép a π Capricorni (5,1 <sup>m</sup> , 99%-os, növekvő holdfázis)  |

**Dátum Időpont Esemény**

- 08.06. 23:26 a Hold minimális librációja ( $l = -3,52^\circ$ ,  $b = -2,18^\circ$ , 99,4%-os, növekvő holdfázis)
- 08.06. 23:41 a 99,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől  $1' 3''$ -cel északra látható a  $\rho$  Cap ( $4,8^m$ )
- 08.07. 18:00 részleges holdfogyatkozás, legnagyobb fázisa 18:20 UT-kor, nagysága 0,248, a részleges fogyatkozás vége 19:18 UT-kor
- 08.07. 18:11 telehold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője  $30' 16''$ )
- 08.11. 2:17 a Vénusztól  $6' 01''$ -cel délre látható a 36 Gem ( $5,3^m$ ) a reggeli szürkületben
- 08.12. 20:00 A Perseidák meteorraj maximuma (ZHR = 150). A maximum az esti órákra esik, ekkor még nem zavartalanul észlelhetünk, azonban az éjszaka nagy részében a holdfény zavarja a munkát.
- 08.13. 22:56 a Hold mögé belép a  $\zeta^2$  Ceti ( $5,1^m$ , 99%-os, növekvő holdfázis), kilépés 23:58 UT-kor
- 08.13. 23:28 a Hold maximális librációja ( $l = -4,21^\circ$ ,  $b = +6,53^\circ$ , 62,2%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.15. 1:15 utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője  $32' 11''$ )
- 08.15. 2:57 a Hold mögé belép az 5 Tauri ( $4,1^m$ , 49%-os csökkenő holdfázis)
- 08.15. 23:17 a Hold mögé belép a  $\gamma$  Tauri ( $3,7^m$ , 39%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 23:33 UT-kor
- 08.15. 23:30 a 39,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől  $2' 4''$ -cel délre látható az 58 Tau ( $5,3^m$ )
- 08.16. 1:46 a Hold mögé belép a 71 Tauri ( $4,5^m$ , 38%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 02:34 UT-kor
- 08.16. 2:51 a Hold mögé belép a  $\theta^1$  Tauri ( $3,8^m$ , 38%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.16. 2:54 a Hold mögé belép a  $\theta^2$  Tauri ( $3,4^m$ , 38%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.16. 7:04 a Hold mögé belép az Aldebaran a nappali égen ( $\alpha$  Tau,  $0,9^m$ , 36%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 08:13 UT-kor
- 08.17. 0:00 A Kappa Cygnidák meteorraj maximuma (ZHR = 3). A rajt ideális viszonyok mellett észlelhetjük, a hajnalban kelő holdsarló alig zavarja a megfigyelést.
- 08.17. 1:21 a 27,7%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől  $6' 58''$ -cel délre látható a 111 Tau ( $5,0^m$ )
- 08.18. 1:51 a Vénusztól  $38'$ -cel délkeletre látható az Eszkimó-köd (NGC 2392,  $8,6^m$ ) a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben
- 08.18. 2:29 a Vénusztól  $16' 12''$ -cel északkeletre látható a 63 Gem ( $5,2^m$ ) a reggeli szürkületben
- 08.18. 6:50 a Hold eléri legnagyobb deklinációját  $+19^\circ 23'$ -nél (15,8%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.18. 13:08 a Hold földközelségben (földtávolság 366 095 km, látszó átmérő:  $32' 38,4''$ , 13,6%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.19. 2:31 a Vénusz kedvező hajnali láthatósága, a navigációs szürkületkori magassága  $16,2^\circ$ ,  $-4,0^m$ , fázisa 80%
- 08.19. 3:12 a Vénusz  $2,8^\circ$ -kal északra látható a 9,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben

**Dátum Időpont Esemény**

08.20.	1:54	a Vénusztól 39°-cel északkeletre látható az NGC 2420 nyílthalmaz (8,3 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben
08.20.	3:13	39 óra 17 perces holdsarló 10,7° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 14°-kal keletre, a Marstól 14°-kal nyugatra)
08.20.	3:20	a Hold minimális librációja (l = +2,99°, b = +2,16°, 3,6%-os, csökkenő holdfázis)
08.21.	18:30	újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 7")
08.25.	18:10	a Jupiter 2,7°-kal délnyugatra látható a 17,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Szűz csillagképben
08.25.	18:10	a Jupiter, a Hold és a Spica együttállása az esti szürkületben a Szűz csillagképben
08.26.	14:03	a Hold maximális librációja (l = +4,98°, b = -6,36°, 24,6%-os, növekvő holdfázis)
08.27.	1:56	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 4,2°-kal délnyugatra)
08.29.	8:13	első negyed (a Hold a Skorpió csillagképben, látszó átmérője 29' 37")
08.29.	19:20	a Hold mögé belép a 24 Ophiuchi (4,9 <sup>m</sup> , 54%-os, növekvő holdfázis)
08.30.	6:38	a (3122) Florence kisbolygó oppozícióban (8,7 <sup>m</sup> , Bak csillagkép)
08.30.	11:23	a Hold földtávolban (földtávolság 404 347 km, látszó átmérő: 29' 33,1", 60,7%-os, növekvő holdfázis)
08.30.	18:00	a Szaturnusz 3,1°-kal délnyugatra látható a 63,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben

**Augusztus 16-án a Hold elfedi az Aldebarant a nappali égen**

Hajnalban megfigyelhetjük a Hold útját a Hyadok csillagai között, ekkor néhány csillagfedés is bekövetkezik. A halvány csillagok a Hold sötét oldalán lépnek ki, de a halmaz sza-



*Az Aldebaran be- és kilépése a nappali égbolton*

badszemes csillagainak belépése a megvilágított oldalon is megfigyelhető lesz. Napkeltekor a Hold már csak másfél fokra lesz az Aldebarantól, a világosodó égen jó fototémát kínál. Bő 3 órával később, a délelőtti órákban, kényelmes 30°-os nap- és 55°-os holdmagasságnál kerül sor a belépésre a világos oldalon. A Hold 36%-os megvilágítottságú, a nappali fényzónben is jól látható lesz, így nem okoz gondot a megkeresése. A kilépésre 70 perccel később kerül sor, addigra már a Nap magasabbra emelkedik, a Hold pedig a délnyugati égbolton lejjebb ereszkedik. A Hold elongációja 74°. A sötét oldalon bukkan elő a csillag, ennek helye. a Hold megvilágított északi szarvától 70°-ra várható, ha képzeletben meghosszabbítjuk a holdperemet.

## Aldebaran-fedés 2017. augusztus 16-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	7 0 14	30	56	-69N	59		8 9 40	41	48	70N	281	
Szombathely	7 0 2	31	56	-70N	61		8 10 22	42	48	71N	279	
Zalaegerszeg	7 0 10	31	57	-72N	62		8 11 8	42	48	72N	278	
Győr	7 1 50	31	55	-69N	59		8 11 2	42	47	70N	281	
Kaposvár	7 1 22	32	56	-74N	64		8 12 58	43	47	74N	276	
Veszprém	7 1 56	32	56	-71N	61		8 12 12	43	47	71N	279	
Tatabánya	7 2 10	32	55	-70N	60		8 11 32	42	47	70N	280	
Pécs	7 1 57	32	56	-75N	65		8 13 53	44	47	75N	275	
Székesfehérvár	7 2 44	32	55	-71N	61		8 12 41	43	47	71N	279	
Szekszárd	7 2 48	33	56	-74N	64		8 14 11	44	47	74N	276	
Paks	7 3 10	33	56	-73N	63		8 14 0	44	47	73N	277	
Budapest	7 3 45	33	55	-70N	60		8 12 58	43	46	70N	280	
Kecskemét	7 4 32	33	55	-72N	62		8 14 40	44	46	72N	278	
Salgótarján	7 5 16	33	54	-68N	58		8 13 4	43	45	68N	282	
Szeged	7 4 59	34	55	-74N	65		8 16 5	45	46	74N	276	
Miskolc	7 6 40	34	53	-68N	58		8 14 12	44	45	68N	283	
Debrecen	7 7 39	35	53	-70N	61		8 16 2	45	44	69N	281	
Nyíregyháza	7 7 57	35	53	-69N	59		8 15 29	45	44	68N	282	

A Hyadok csillagainak fedései augusztus 15/16-án  
éjjel és hajnalban

UT h m s	E	Csillag No m		Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	VA °
22 35 2	r	69490	10,5		3	68S	237	278
22 46 18	r	5571	9,5		5	21S	190	232
23 7 42	r	69594	11,5		8	37S	206	249
23 17 13	d	635	3,7		10	-13N	2	45
23 32 27	R	635	3,7		12	21N	328	12
23 33 39	d	69697	9,1		12	-13S	156	200
23 42 21	r	69697	9,1		14	4S	173	217
0 17 58	d	93890	8,9		20	-1N	351	35
1 1 9	d	69873	10,1		27	-71N	60	105
1 22 9	r	5670	10,5		30	62N	287	331
1 23 25	d	5716	9,5		30	-47S	122	166
1 28 49	d	69915	9,8		31	-89N	79	122
1 35 50	r	69855	10,5		32	65S	235	278
1 35 54	d	659	6,6		32	-45N	35	78
1 35 55	r	5685	10,6		33	74S	243	287

UT			E	Csillag		Nap alt	Hold alt	CA	PA	VA
h	m	s		No	m			°	°	°
1	37	14	r	5683	10,7		33	70N	280	323
1	46	20	d	661	4,5		34	-52S	117	160
1	50	27	d	93928	7,5		35	-22S	147	190
2	2	4	r	69873	10,1		37	83N	266	309
2	5	35	r	5716	9,5		37	35S	205	247
2	8	53	r	93928	7,5		37	10S	179	221
2	20	49	r	69910	10,4		40	52S	221	262
2	33	26	r	69915	9,8	-11	42	78S	248	287
2	33	32	R	661	4,5	-11	41	40S	209	249
2	36	39	r	69936	10,4	-11	42	40N	310	349
2	39	3	d	70015	10,3	-10	42	-61N	51	90
2	43	55	m	93944	7,4	-10	43	-6S	163	202
2	51	24	D	669	3,8	-8	44	-87N	77	115
2	53	31	D	671	3,4	-8	44	-73S	97	135
3	16	5	d	672	6,7	-5	48	-52N	42	77
3	58	45	R	671	3,4	2	53	60S	230	257
4	0	34	d	677	4,8	2	53	-69N	59	86
4	2	34	R	669	3,8	2	53	80S	250	277
4	4	25	d	680	6,5	3	53	-81N	71	98
4	17	45	r	672	6,7	5	55	64N	285	308
5	12	50	r	677	4,8	14	59	80N	270	278
7	3	45	D	692	0,9	33	55	-70N	60	36
8	12	58	R	692	0,9	43	46	70N	280	243

### Együttállások augusztusban

Augusztus 16-án hajnalban (02:50 UT) a Hold a Hyadokban tartózkodik, látványosan együtt áll a közeli csillaghalmaz tagjaival, sőt néhányat el is fed közülük.

19-én 3:12 UT-kor az erősen világosodó égen 2,8°-ra közelíti meg a 9%-os fogyó Hold sarlója a Vénuszt, ám már korábban, a még sötét égen is látható a páros. A látványhoz hozzájárulnak a téli égbolt már horizont fölé emelkedő fényes csillagai, így a Castor és a Pollux, a Procyon és az Orion csillagkép fényes csillagai.

25-én (18:10 UT) a Hold, a Jupiter és a Spica ( $\alpha$  Vir) triója lesz látható a nyugati horizonton. Kísérőnk 18%-os növekvő sarlójától 2,7° távolságban fénylik majd a bolygó-óriás, a Spica pedig 6°-ra lesz a Holdtól.

### Részleges holdfogyatkozás 2017. augusztus 7-én

Az év harmadik fogyatkozása részleges holdfogyatkozás, amelynek a vége Magyarországról is megfigyelhető. A holdkelte idején már tart az árnyékból való kilépés, ami szép tájképek készítésére sarkallhatja az arra fogékonyakat. A holdfogyatkozást Afrika

keleti feléről, Ázsia középső és déli részéről, valamint Ausztrália nagy részéről lehet teljes egészében végigkövetni.

A félárnyék 15:50:02-kor érinti a Holdat. Ennek jelenlétét azonban csak 16:30 körül lehet észrevenni. Az árnyék jelenléte 17:22:55-től látható a holdkorong délnyugati peremén. A fogyatkozás maximumában, 18:20:28-kor a holdkorong majdnem negyede, a déli része van árnyékban. Budapesten ekkor már felkelt a Hold, így a kilépés már végig követhető. Az árnyék 19:18:10-kor hagyja el a Hold felszínét, azonban a félárnyék jelenléte egyre kisebb mértékben, de még legalább 20:15-ig észrevehető. Maga a penumbra 20:50:56-kor hagyja el a holdkorongot. A részleges fázis időtartama 1 óra 55 perc 14 másodperc, a félárnyékos fogyatkozása 5 óra 53 másodperc.

A holdfogyatkozás idején a Hold a Bak csillagképben tartózkodik. Nem látszik a közelben bolygó vagy fényes csillag, a Szaturnusz  $55^\circ$ -ra tartózkodik nyugati irányban, az Altair pedig északnyugat felé  $32^\circ$ -ra ragyog. A részleges fogyatkozás nagysága 0,2464 magnitúdó, a félárnyékos fogyatkozása 1,2886 magnitúdó. Ekkor a holdkorong déli pereme csupán  $7,46'$ -re van a Föld árnyékában. A holdkorong közepe  $7,67'$ -re van az árnyék szélétől, az északi perem pedig  $8,74'$ -re van a félárnyék szélétől. A déli peremen már lehet sejteni az árnyék vörösségét, főleg látszóval nézve – szabad szemmel az erős kontraszt miatt a vöröses árnyalatot még nehéz észrevenni.

A penumbra átmérője  $2,4006^\circ$ , az umbráé  $1,349^\circ$ . A Hold öt napja volt földtávolban, látszó átmérője  $30,16'$ , így teljes mértékben elfér a penumbra gyűrűjében, amelynek vastagsága  $31,55'$ .

Ez a holdfogyatkozás a 119-es Szárosz-sorozat 62. fogyatkozása a 83-ból.

## Teljes napfogyatkozás 2017. augusztus 21-én

Az év utolsó fogyatkozása teljes napfogyatkozás lesz, amely Magyarországról nem figyelhető meg. Teljes napfogyatkozást látnak az USA több államában is. Részleges napfogyatkozást figyelhetnek meg a Hawaii-szigetlánc, az észak-amerikai kontinensen, Közép-Amerikában és Dél-Amerika északi felén, Grönlandon és Izlandon, továbbá napnyugtakor egy kis harapást láthatnak Nyugat-Európa nyugati felén és Észak-Afrika nyugati partvidékén.

Két okból mégis érdekes számunkra ez a napfogyatkozás. Az első minket kevésbé érint: 1991 óta ez az első teljes napfogyatkozás az Amerikai Egyesült Államok szárazföldi területén, amely ráadásul hosszanti irányban szeli át az államokat. Emiatt várhatóan fellendül a turizmus, a világ minden pontjáról odalátogatnak majd a napfogyatkozás-vadászok, feltehetőleg Magyarországról is. A másik: ez a mi 1999. augusztus 11-i nagy napfogyatkozásunk testvére, a 145-ös Szárosz-család újabb tagja.

A félárnyék 15:46:52-kor érinti a vízfelszínét a Hawaii-szigetektől 1200 kilométerre északra. A Hold árnyéka 16:48:36-kor találkozik az óceán vizével, az Aleut-szigetlánctól 1400 km-re délre. A teljesség hossza 51 másodperc, de az árnyék előrehaladtával gyorsan növekszik. 17:15:51-kor Oregon állam partjánál éri el az USA területét az árnyék. A teljesség majdnem két percig tart, az árnyék 100 km széles. A fogyatkozás maximuma Kentucky államban lesz 18:25:32-kor. A totalitás hossza 2 perc 40 másodperc, az árnyéksáv 115 kilométer széles, a Nap  $64^\circ$  magasan áll az égen. Továbbhaladva az árnyék 18:47:31-kor hagyja el a szárazföldet Dél-Karolina partjánál. A teljes fázis itt 2 perc 34



## Total Solar Eclipse of 2017 Aug 21

Ecliptic Conjunction = 18:31:19.6 TD (= 18:30:11.2 UT)

Greatest Eclipse = 18:26:40.3 TD (= 18:25:31.8 UT)

Eclipse Magnitude = 1.0306      Gamma = 0.4367

Saros Series = 145      Member = 22 of 77

### Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h04m03.9s

Dec. = +11°51'43.0"

S.D. = 00°15'48.7"

H.P. = 00°00'08.7"

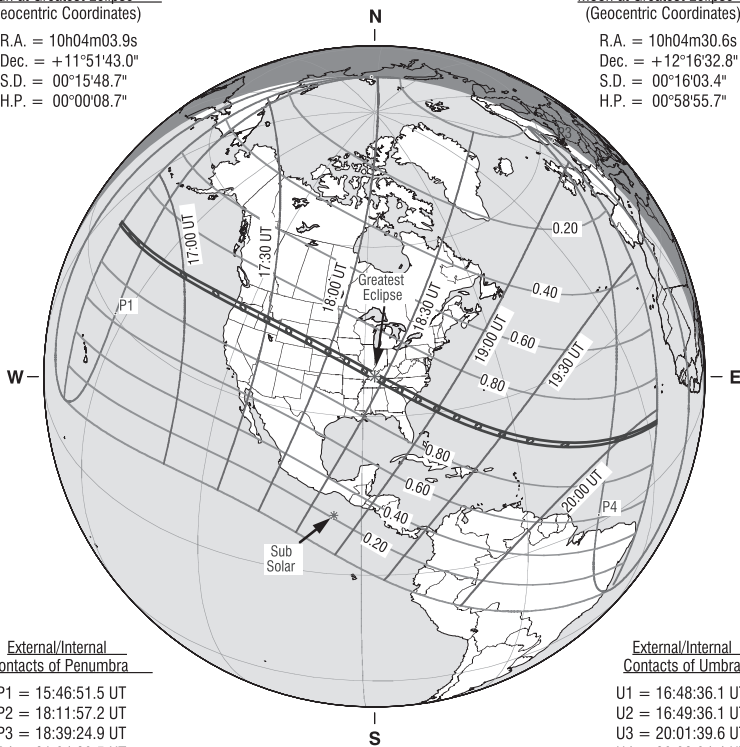
### Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h04m30.6s

Dec. = +12°16'32.8"

S.D. = 00°16'03.4"

H.P. = 00°58'55.7"



### External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 15:46:51.5 UT

P2 = 18:11:57.2 UT

P3 = 18:39:24.9 UT

P4 = 21:04:23.5 UT

### Constants & Ephemeris

6T = 68.4 s

k1 = 0.2725076

k2 = 0.2722810

6b = 0.0"      6l = 0.0"

Eph. = JPL DE405

### Circumstances at Greatest Eclipse: 18:25:31.8 UT

Lat. = 36°58.0'N      Sun Alt. = 63.9°

Long. = 087°40.3'W      Sun Azm. = 197.9°

Path Width = 114.7 km      Duration = 02m40.1s

### Circumstances at Greatest Duration: 18:21:49.2 UT

Lat. = 37°35'N      Sun Alt. = 63.8°

Long. = 089°07'W      Duration = 02m40.2s

### External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 16:48:36.1 UT

U2 = 16:49:36.1 UT

U3 = 20:01:39.6 UT

U4 = 20:02:34.4 UT

### Geocentric Libration (Optical + Physical)

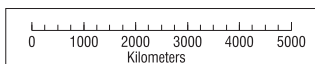
l = 4.64°

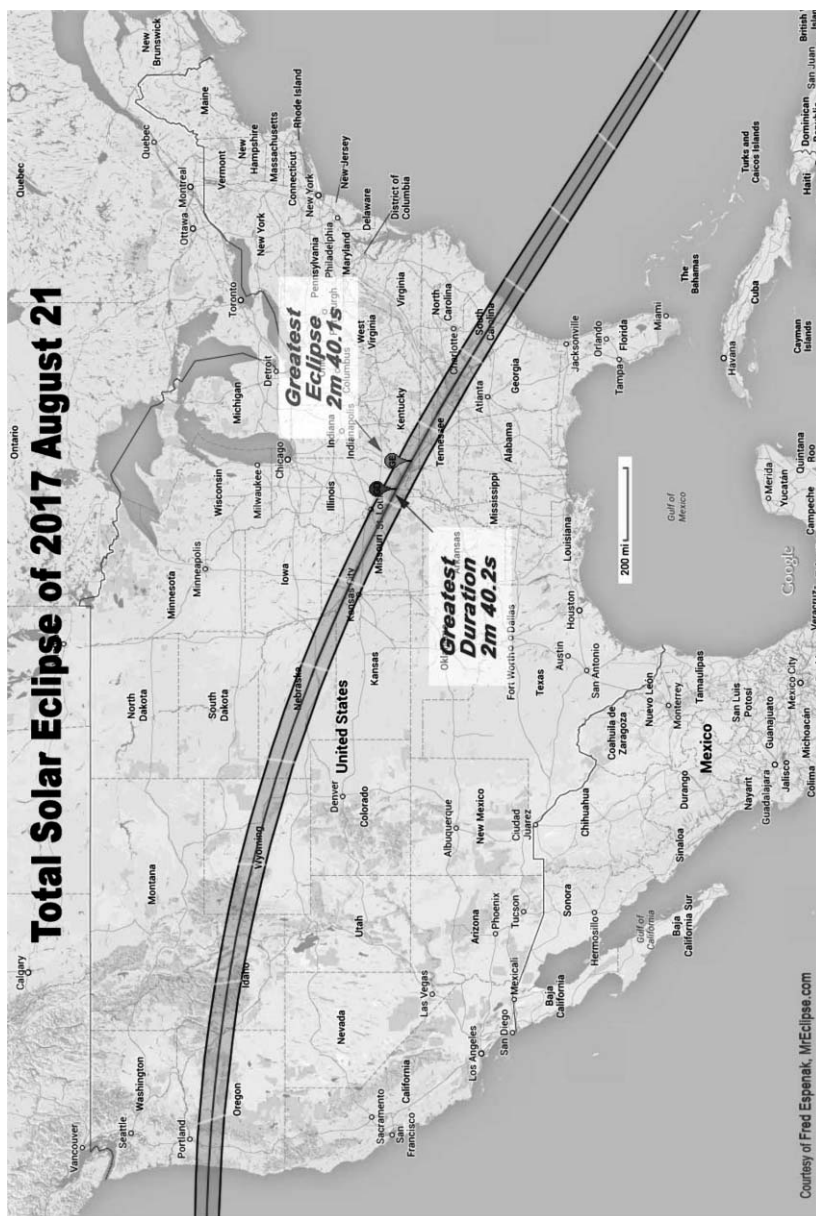
b = -0.57°

c = 21.90°

Brown Lun. No. = 1171

F. Espenak, NASA's GSFC  
eclipse.gsfc.nasa.gov  
2014 Feb 22





*A totális szélvén az Egyesült Államok területén.*

másodpercre tart, a Nap  $61^\circ$  magasan áll az égen, az árnyék még mindig 115 km szélesen terül el. Ezután az árnyék átrobog az Atlanti-óceánon, és 20:02:34-kor a Zöldfoki-szigetektől 500 km-re délnyugatra elválik a vízfelülettől. A félárnyék maga 21:04:23-kor hagyja el a földfelszínt.

A Nap–Hold páros a napfogyatkozás során az Oroszlán csillagképben tartózkodik. A Naptól bő egy fokkal balra esik a Regulus, ami megfelelően készített fényképeken a napkorona külső részében látszik. Jobbra fenn  $8^\circ$  távolságban az  $1,77^m$  fényes Mars bolygó látható, balra lenn  $10^\circ$  távolságra pedig a  $3,2^m$  fényes Merkúr. A Vénusz ( $-3,94^m$ ) nyugati irányban tartózkodik,  $34^\circ$  távolságban, az Ikrek csillagpárosa alatt. Átellenes irányban,  $51^\circ$ -kal keletre, a Spica felett látható a Jupiter ( $-1,78^m$ ). Igazán szép égboltra számíthatunk a totalitás alatt, ha sikerül eljutnunk a teljesség sávjába.

A Hold ekkor három nappal van túl a földközelségén, így látszó mérete kicsit nagyobb az átlagosnál:  $32,12'$ . A Nap látszó átmérője átlagos,  $31,62'$ . A kettő különbsége már viszonylag jelentős,  $1,51'$ , ezért láthatunk hosszabb napfogyatkozást, mint 18 évvel ezelőtt.

Ez a fogyatkozás a 145-ös Szárosz-sorozat 22. napfogyatkozása a 77-ből.

#### Bővebb információk:

<http://saros139.hu/eclipse/TSE2017aug21.htm>

[http://www.eclipse2017.org/eclipse2017\\_main.htm#](http://www.eclipse2017.org/eclipse2017_main.htm#) (angol nyelvű)

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEmono/TSE2017/TSE2017.html>

<http://home.cc.umanitoba.ca/~jander/tot2017/tse17intro.htm> (időjárási előrejelzések)

## Messier 11: nyílthalmaz a Scutumban

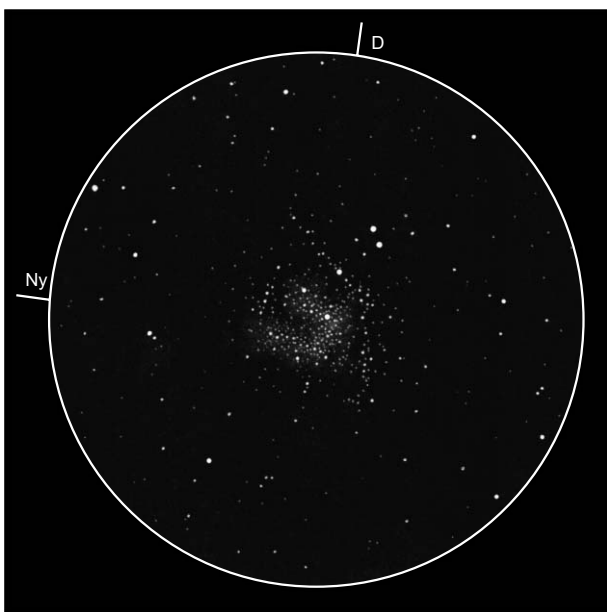
A Tejútban az Aquila csillagképtől délre lévő részén találjuk a Scutum konstellációt, s benne ezt az impozáns, közel hat magnitúdós nyílthalmazt. Népszerű elnevezését – Vadkacsa-halmaz – Smyth admirálistól kapta. Az M11 galaxisunk egyik legsűrűbb, leggazdagabb nyílt csillaghalmaza. A 19. századi észlelők körében vita folyt valódi természetéről, sokan gömbhalmaznak hitték, bár mindenki meglehetősen irregulárisnak írta le. Curtis 1918-ban fotografikus észlelések alapján döntötte el a kérdést: ez az objektum nyílthalmaz. Fényessége elegendő ahhoz, hogy szabad szemmel éppen látható legyen.

Az M11-hez 2900 csillag tartozik, amelyek nagyon sűrűn helyezkednek el. Legalább 500 tagja fényesebb 14 magnitúdónál (ami egy jó 15 cm-es távcső határfényessége vidéki égen), és hozzávetőleg 800-900 tag fényesebb  $16,5^m$ -nál, azaz a legnagyobb hazai amatőr távcsövekkel akár ezer komponensét is felbontva észlelhetjük. A legfényesebb tag egy óriás, a halmaz közepétől nem messze látható, 8 magnitúdós csillag. A halmaz a Sagittarius-karban, az M16, M17, M18 és M26 szomszédságában helyezkedik el, távolsága 6200 fényév.

8 cm-es apokromáttal az M11 lélegzetelállító látvány. Kis nagyítással – binokulárral is – érvényesül a repülő vadkacsa-csapatra emlékeztető látvány, de a nagyítás növelésekor ez a hatás eltűnik. A halmaz közelében egy 9 magnitúdós, tág (40 ívmásodperces) optikai kettős helyezkedik el, amely egészen  $20\times$ -os nagyításig a halmaz peremén látszik. Emiatt úgy tűnhet, hogy egy fényes magvú üstököst látunk, legyező alakú csóvá-



*Csoknyai Attila felvétele az M11-ről, amely 20 cm-es Newton-távcsővel készült*



*Cseh Viktor rajza az M11-ről (13 T, 103×, 30')*

val, vagy tetszés szerint vadkacsa-csapatot, bár nevét nem erről kapta. A nagyobb nagyításokon, így 30-50×-sel kapott látvány meghatározó eleme a 8 magnitúdós, legfényesebb halmaztag, amely a halmaz centrális részéhez közel van ugyan, a fényes tagok mégis az egyik oldalán, láncokba tömörülve látszanak. Ezek a V alakú láncok készíteték Smyth admirálist a Vadkacsa-halmaz név adására.

Ha nagyobb, 20-30 cm körüli átmérőjű távcsővel figyeljük meg a halmazt, akkor ezek a jelenségek nem mutatkoznak. A csoportot már kis nagyítással felbontottnak látjuk, igaz, a sok száz tűszúrásnyi csillag olyan közel van egymáshoz, hogy bajosan választhatóak szét. A nagyítást növelve javul a bontás, a legszebb, fényképszerű látványt 100× körül kapjuk. Különös, derékszögben megtört csillaglancok válnak láthatóvá, amelyek a halmazt nagyon egyedivé varázsolják. A felbontott tagok között kis, sötét úrok, hasadékok nyílnak, és az összehatas olyan rendkívüli, hogy hosszú percekre az okulár mögé szegezi a megfigyelőt.

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A hajnali égen látható üstökös közelít stacionárius pontjához, így keleti irányú sajátmozgása egyre lassul, hó eleji napi egyharmad fokos sebessége 0,1 fok/napra csökken. Sajnos naptávolsága gyorsan, 1,7 és 2,0 CSE között nő, így fényessége 10 és 11 magnitúdó között apad majd. Kár, hogy ennyire elhalványul, mert igazán izgalmas helyen, a Fiastyúk közelében lesz. 16-án hajnalban a nyílthalmaz centrumától 48'-cel délre láthatjuk, de a környező három napban is 1°-on belül lesznek. Aközben 18-án hajnalban alig 4'-re lesz a halmaz egyik 5,5 magnitúdós tagjától, míg 24-e táján a halvány és diffúz IC 354 ködösség előtt halad el.

**213P/Van Ness.** A nyugati stacionárius pontjában forduló 12 magnitúdós üstökös az esti égen látható a Sagittarius csillagképben, a Teaskanna „kiöntőjénél”. Bár még mindig alacsony deklinációnál, de azért javuló körülmények között láthatjuk, hiszen mozgása alapvetően északi irányú. Naptávolsága szeptember 24-i perihéliumáig már alig csökken, földtávolsága viszont lassan nő, így fényessége stagnálni fog. A lassú mozgású égitest megtalálását a 3,2 magnitúdós  $\phi$  Sagittarii segítheti, amelytől 12-e körül háromnegyed fokkal keletre láthatjuk.

**217P/LINEAR.** Ezt a 7,8 éves keringési idejű földközeli üstököst a Lincoln Near-Earth Asteroid Research fedezte fel 2001 nyarán, az akkor még teljesen csillagszerű, 17,6 magnitúdós égitest a következő év elejére 12-13 magnitúdós üstökké fejlődött. A 2009-es visszatérése során még fényesebbnek, 10-11 magnitúdósnak mutatkozott, egy Holmes típusú kitörés során pedig rövid időre 9 magnitúdóra ugrott. Sajnos idén sokkal rosszabb helyzetben láthatjuk, így a 12 magnitúdót is csak akkor fogja elérni, ha megtartja 2009-ben megnövekedett alapfényességét.

### 217P/LINEAR

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
08.01.	04 44 16	+11 10 39	1,439	1,251	58	11,7
08.11.	05 18 27	+11 45 57	1,451	1,277	59	11,8
08.21.	05 50 12	+12 01 04	1,464	1,315	61	11,9

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
08.31.	06 19 15	+11 59 33	1,475	1,363	63	12,1
09.10.	06 45 29	+11 45 36	1,482	1,419	66	12,3
09.20.	07 08 50	+11 23 26	1,482	1,482	70	12,5
09.30.	07 29 11	+10 57 18	1,476	1,551	75	12,7
10.10.	07 46 28	+10 31 27	1,462	1,624	80	12,8
10.20.	08 00 34	+10 09 56	1,440	1,700	87	13,0
10.30.	08 11 17	+09 57 00	1,413	1,778	94	13,2

A hajnali égen a Cetus, majd a Taurus csillagképben kelet felé haladó 12 magnitúdós üstökös 16-án éri el napközelpontját ( $q = 1,235$  CSE), ezt megelőzően még nem is emelkedik megfelelő magasságba, hogy könnyen elérhessük, és kitöréseire is inkább a perihélium után számíthatunk. Korán kelő fotósoknak lehet érdekes, hogy 23-án hajnalban fél fokkal nyugatra lesz a vdB 26 jelű halvány reflexiós ködtől.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
8 2	21	39	14	be	2448 29 Oph	6,3	79 +	15	39 D	149	+1,7	-2,8
8 4	20	48	42	be	X 44520	7,1	92 +	22	74 D	106	+1,9	-0,4
8 6	21	43	1	be	2981 $\pi$ Cap	5,1	99 +	24	89 D	82	+1,8	+0,4
8 9	22	37	23	ki	3375	6,8	95 -	29	30 É	313	+2,4	-0,8
8 13	22	56	16	be	364 $\xi^2$ Cet	4,3	62 -	19	-80 É	63	+0,3	+1,8
8 13	23	58	15	ki	364 $\xi^2$ Cet	4,3	62 -	29	90 É	253	+0,7	+1,7
8 15	0	17	47	ki	491	6,0	50 -	27	24 É	321	+1,8	-0,9
8 15	1	0	8	ki	93422	7,4	50 -	33	88 É	257	+0,8	+1,6
8 15	2	10	28	ki	498	6,3	49 -	44	78 É	268	+1,3	+1,1
8 15	23	17	14	be	635 $\gamma$ Tau	3,7	39 -	10	-13 É	2	-1,1	+4,0
8 15	23	32	30	ki	635 $\gamma$ Tau	3,7	39 -	12	21 É	328	+1,0	-1,0
8 16	1	46	21	be	661 71 Tau	4,5	38 -	34	-52 D	117	+1,1	+0,6
8 16	2	8	54	ki	93928 V992 Tau	7,5	38 -	37	10 D	179	-1,1	+5,8
8 16	2	26	45	ki	659 70 Tau	6,6	38 -	41	58 É	292	+1,3	+0,6
8 16	2	33	33	ki	661 71 Tau	4,5	38 -	41	40 D	209	+0,4	+2,8
8 16	2	51	25	be	669 $\theta^1$ Tau	3,8	38 -	44	-87 É	77	+1,0	+1,4
8 16	2	53	32	be	671 $\theta^2$ Tau	3,4	38 -	44	-73 D	97	+1,3	+0,9
8 16	7	3	46	be	692 $\alpha$ Tau	0,9	36 -	55	-70 É	60	+1,5	+0,5
8 16	8	12	60	ki	692 $\alpha$ Tau	0,9	36 -	46	70 É	280	+1,2	-1,4
8 18	2	12	19	ki	985 OU Gem	6,8	17 -	22	82 É	277	+0,3	+1,2
8 19	1	28	31	ki	1124	6,9	9 -	5	56 D	239	-0,4	+1,7
8 19	1	32	46	ki	96897	7,3	9 -	6	36 É	327	+0,3	-0,3
8 29	18	56	5	be	2396 NSV 17471	6,7	54 +	19	67 D	121	+1,6	-1,6
8 29	19	20	5	be	2399 24 Sco	4,9	54 +	17	24 É	32	+1,2	+1,0

## Évforduló

### 50 éve fejeződött be a Lunar Orbiter program

1967. augusztus 1-jén indult az utolsó, ötös számú Lunar Orbiter, amelynek 180 napos küldetése a program sikeres befejezését jelentette, és utat nyitott az emberes holdraszállást célzó Apollo-program számára.

Az 1966–1968 között zajlott Lunar Orbiter program célja a Hold nagy felbontású fényképezése, térképezése, emberes expedíció céljára alkalmas leszállási területek kijelölése volt. Mivel a program összes küldetése sikeres volt, és a földi megfigyelések alapján kiválasztott 20 lehetséges leszállóhely részletes vizsgálatát már az első három Lunar Orbiter elvégezte, a Lunar Orbiter–4 (1967. május) és a Lunar Orbiter–5 (1967. augusztus) feladatát ki lehetett bővíteni az egész Hold részletes térképezésével. A küldetések eredményeképpen a Hold felszínének 99%-át 60 méteres vagy jobb felbontással ismerhettük meg.

A mérési elv az űrszondáknál szokatlan, filmes módszeren alapult. A képeket egy 70 mm-es rollfilmre készítette az űreszköz, a Pacific Optical Company által készített 610 mm-es és egy 80 mm-es Schneider Xenotar objektívvel, nagy felbontású és nagy látószögű üzemmódban. A filmet az űrszondán automatikusan dolgozták ki, majd szkennelés után analóg módon juttatták a Föld felé. A Lunar Orbitek készítették az első „földkelte a Holdról” témájú képet, és az első képet, amelyen a Föld teljes korongja látható (Lunar Orbiter–1, 1966. augusztus 23.).



*Lunar Orbiter–1, 1966. augusztus 23.*

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	20:10,5	Europa	áv
3	19:34,8	Ganymedes	mk
6	19:22,0	Io	ák
	20:26,5	Io	ev
7	18:53,3	Io	fv
17	19:37,8	Europa	fv
21	19:31,3	Io	mk
22	18:53,7	Io	ev
29	18:41,1	Io	ek
17	19:37,8	Europa	fv
21	19:31,3	Io	mk
22	18:53,7	Io	ev
29	18:41,1	Io	ek

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

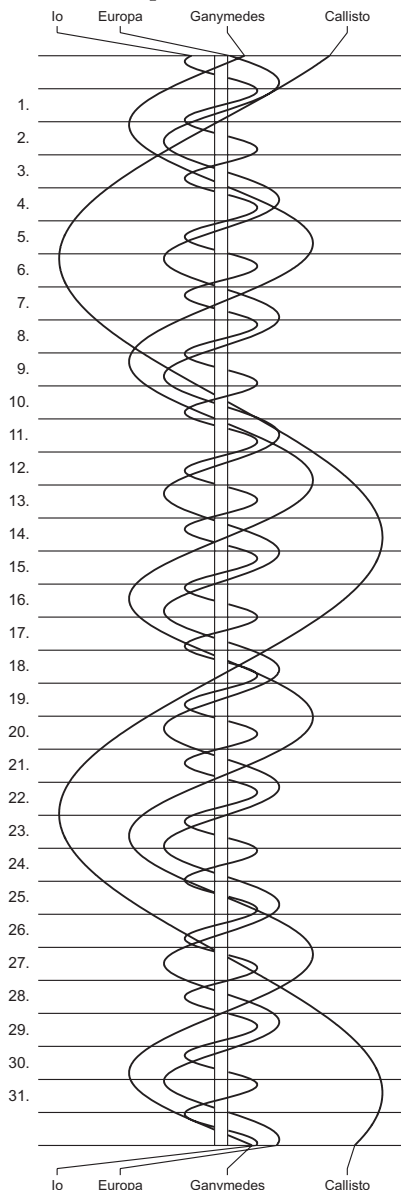
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

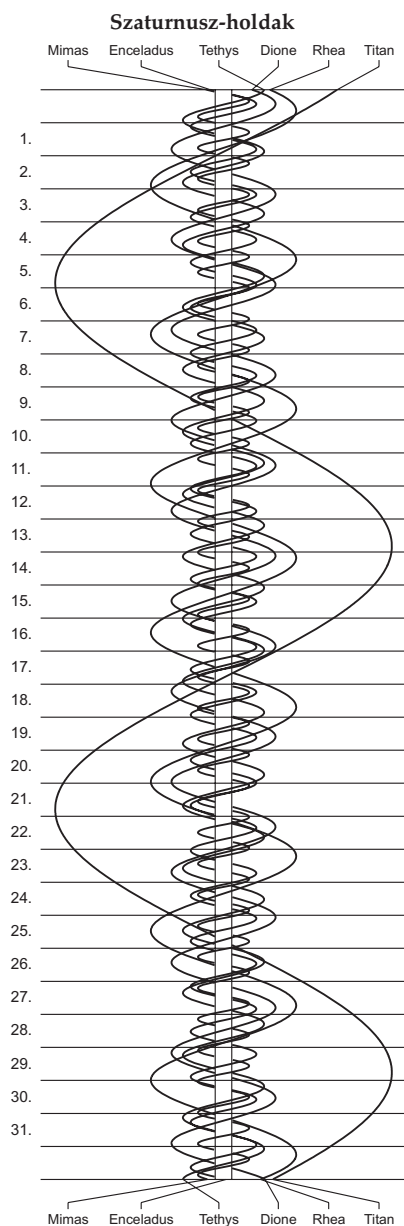
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

## Jupiter-holdak







$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

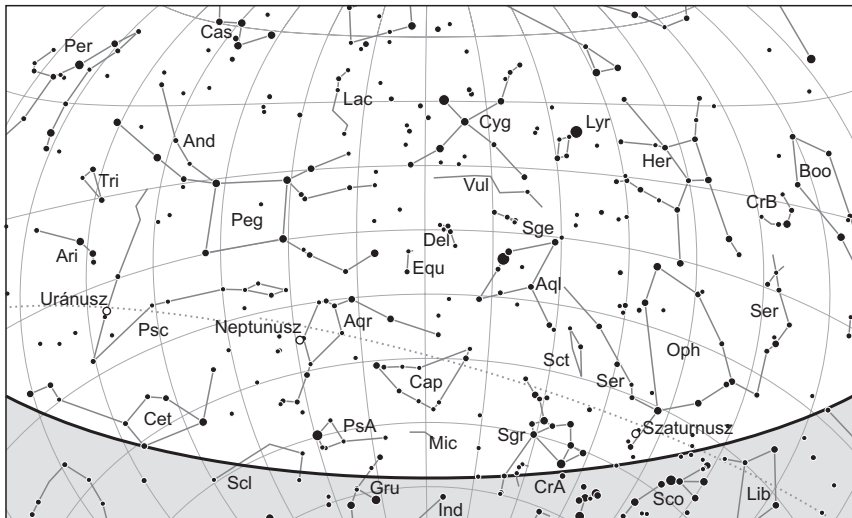
Dátum	Nap				$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °		kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. p 244.	5 02	11 44	18 24	50,6	-0,1	15 34	20 13	0 03	
2. sz 245.	5 03	11 43	18 22	50,3	+0,2	16 17	21 02	0 53	
3. v 246.	5 05	11 43	18 20	49,9	+0,5	16 56	21 51	1 49	
36. hét									
4. h 247.	5 06	11 43	18 18	49,5	+0,9	17 31	22 39	2 50	
5. k 248.	5 07	11 42	18 16	49,2	+1,2	18 03	23 28	3 54	
6. sz 249.	5 09	11 42	18 14	48,8	+1,5	18 33	–	5 01	○ 8 03
7. cs 250.	5 10	11 42	18 12	48,4	+1,9	19 01	0 17	6 10	
8. p 251.	5 11	11 41	18 10	48,0	+2,2	19 30	1 05	7 20	
9. sz 252.	5 13	11 41	18 08	47,7	+2,5	19 59	1 55	8 31	
10. v 253.	5 14	11 41	18 06	47,3	+2,9	20 32	2 46	9 44	
37. hét									
11. h 254.	5 15	11 40	18 04	46,9	+3,2	21 09	3 39	10 56	
12. k 255.	5 17	11 40	18 02	46,5	+3,6	21 51	4 33	12 07	
13. sz 256.	5 18	11 39	18 00	46,1	+4,0	22 41	5 30	13 15	● 7 25
14. cs 257.	5 19	11 39	17 58	45,8	+4,3	23 39	6 28	14 16	
15. p 258.	5 21	11 39	17 56	45,4	+4,7	–	7 27	15 11	
16. sz 259.	5 22	11 38	17 54	45,0	+5,0	0 43	8 24	15 58	
17. v 260.	5 23	11 38	17 52	44,6	+5,4	1 52	9 20	16 37	
38. hét									
18. h 261.	5 25	11 38	17 50	44,2	+5,7	3 03	10 13	17 12	
19. k 262.	5 26	11 37	17 48	43,8	+6,1	4 13	11 03	17 42	
20. sz 263.	5 27	11 37	17 46	43,5	+6,4	5 23	11 52	18 10	● 6 30
21. cs 264.	5 29	11 37	17 44	43,1	+6,8	6 31	12 39	18 37	
22. p 265.	5 30	11 36	17 42	42,7	+7,2	7 37	13 25	19 04	
23. sz 266.	5 31	11 36	17 40	42,3	+7,5	8 42	14 11	19 32	
24. v 267.	5 33	11 36	17 38	41,9	+7,9	9 45	14 56	20 02	
39. hét									
25. h 268.	5 34	11 35	17 36	41,5	+8,2	10 45	15 43	20 35	
26. k 269.	5 36	11 35	17 34	41,1	+8,5	11 43	16 29	21 13	
27. sz 270.	5 37	11 35	17 32	40,7	+8,9	12 37	17 17	21 55	
28. cs 271.	5 38	11 34	17 29	40,3	+9,2	13 27	18 05	22 43	● 3 53
29. p 272.	5 40	11 34	17 27	40,0	+9,6	14 12	18 53	23 36	
30. sz 273.	5 41	11 34	17 25	39,6	+9,9	14 53	19 41	–	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## szeptember

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 457 998	2 41 24	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 457 999	2 45 21	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 458 000	2 49 17	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 458 001	2 53 14	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 458 002	2 57 10	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 458 003	3 01 07	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 458 004	3 05 03	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 458 005	3 09 00	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 458 006	3 12 56	Ádám, Péter
10.	2 458 007	3 16 53	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
11.	2 458 008	3 20 50	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 458 009	3 24 46	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 458 010	3 28 43	Kornél, János, Lujza
14.	2 458 011	3 32 39	Szeréna, Roxána
15.	2 458 012	3 36 36	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 458 013	3 40 32	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 458 014	3 44 29	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 458 015	3 48 25	Diána, József, Richárd
19.	2 458 016	3 52 22	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 458 017	3 56 19	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 458 018	0 00 15	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 458 019	0 04 12	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 458 020	0 08 08	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 458 021	0 12 05	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 458 022	0 16 01	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 458 023	0 19 58	Jusztina, Dániel
27.	2 458 024	0 23 54	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 458 025	0 27 51	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 458 026	0 31 47	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 458 027	0 35 44	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

14. A bizánci naptár 7526. évének kezdete  
 20. A zsidó naptár 5778. évének kezdete (napnyugtakor)  
 21. Az iszlám naptár 1439. évének kezdete (napnyugtakor)



*A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** 3-án már megfigyelhető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. Ekkor egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, idei legkedvezőbb hajnali láthatósága felé közeledve. 12-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $17,9^\circ$ -ra a Naptól, ekkor majdnem másfél órával kel a Nap előtt. 25-e után láthatósága gyorsan romlik, 30-án már csak 40 perccel kel a Nap előtt, így elvesz a pirkadatban.

**Vénusz:** Fényes, fehér fényű égitestként ragyog a hajnali keleti égen. Lassan közeledik a Naphoz, a hónap elején még három, a végén két és negyed órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-3,9^m$ , átmérője  $12,4''$ -ről  $11,2''$ -re csökken, fázisa  $0,84$ -ről  $0,91$ -ra nő.

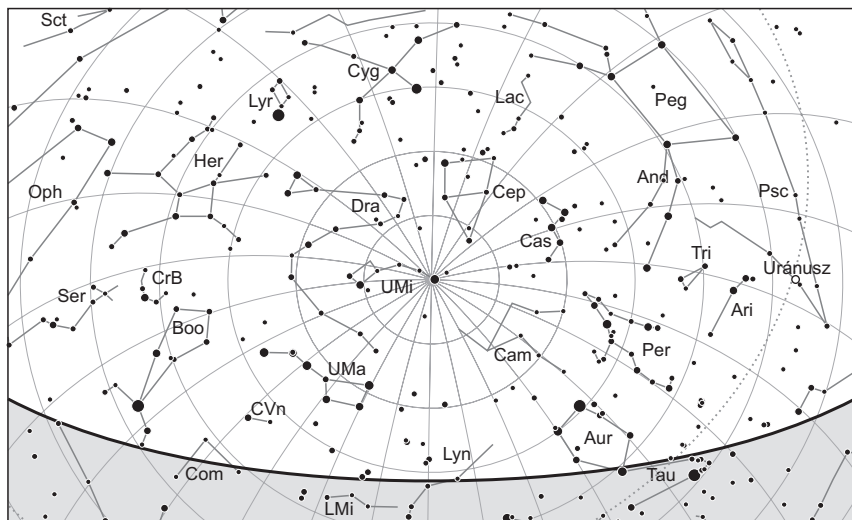
**Mars:** Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hónap elején még egy, a végén már több mint két órával kel a Nap előtt, láthatósága fokozatosan javul. Napkelte előtt kereshető a keleti ég alján. Fényessége  $1,8^m$ , látszó átmérője  $3,6''$ -ről  $3,7''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hónap elején még másfél órával nyugszik a Nap után. A hónap végén ez az érték már csak háromnegyed óra, így lassan elvesz a napnyugta utáni alkonyfényben. Fényessége  $-1,7^m$ , átmérője  $31''$ .

**Szaturnusz:** Gyorsuló és előretartó mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. Éjjél előtt nyugszik, az éjszaka első felében kereshető a délnyugati égen. Fényessége  $0,4^m$ -ról  $0,5^m$ -ra csökken, átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** A késő esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Folytatja hátráló mozgását a Halak csillagképben.

**Neptunusz:** Egész éjszaka megfigyelhető, 5-én van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



*Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 09.01. | 2:02  | a Hold eléri legkisebb deklinációját $-19^{\circ} 24'$ -nél (75,0%-os, növekvő holdfázis)   |
| 09.01. | 2:18  | a Vénusztól $1,2^{\circ}$ -kal északkeletre látható a Praesepe nyílthalmaz (M44, $3,1^m$ ) a hajnali szürkületben a Rák csillagképben |
| 09.01. | 19:16 | a (3122) Florence földközeli kisbolygó kedvező láthatósága (távolsága 7 millió km, $8,7^m$ ) a Csikó és a Delfin határán              |
| 09.02. | 2:54  | a Vénusztól $21,1'$ -cel délkeletre látható a 44 Cnc ( $8,0^m$ ) a reggeli szürkületben   |
| 09.03. | 1:14  | az (591) Irmgard kisbolygó ( $14,9^m$ ) elfedi az UCAC4-415-145487-et ( $10,7^m$ ) a Vízöntő csillagképben                            |
| 09.03. | 6:56  | a Hold minimális librációja ( $l = -3,56^{\circ}$ , $b = -2,16^{\circ}$ , 90,8%-os, növekvő holdfázis)                                |
| 09.04. | 2:16  | a (8) Flora ( $10,3^m$ ) és a (82) Undina ( $12,6^m$ ) kisbolygók $22,3'$ -es közelsége a Bika csillagképben                          |
| 09.04. | 10:28 | a Neptunusz földközeli, távolsága 28,93 CSE, látszó átmérője $2,3''$  |
| 09.04. | 22:43 | a Hold mögé belép a $\mu$ Capricorni ( $5,1^m$ , 98%-os, növekvő holdfázis)   |
| 09.05. | 3:36  | a Marstól $44'$ -cel északra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, $1,4^m$ ) a hajnali szürkületben                                       |
| 09.05. | 3:36  | a Merkúr és a Mars $3,2^{\circ}$ -os közelsége a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben                                       |

**Dátum Időpont Esemény**

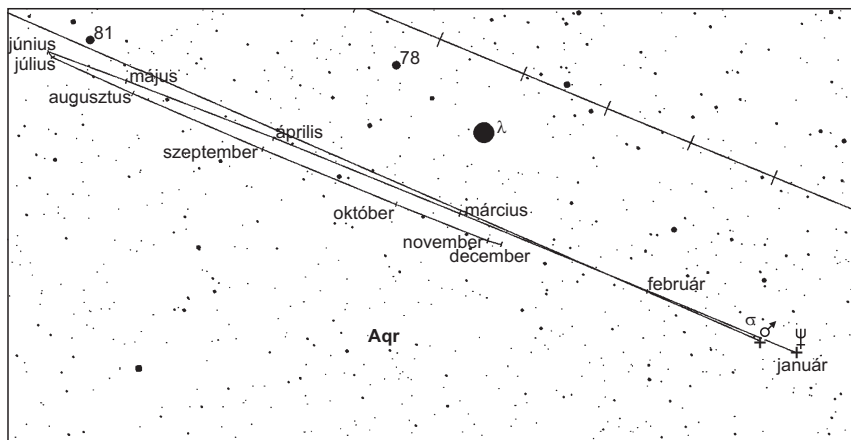
09.05.	5:28	a Neptunusz oppozícióban a Vízöntő csillagképben (7,8 <sup>m</sup> , 2,3'')
09.06.	3:00	a Vénusztól 11' 10"-cel délre látható a 68 Cnc (7,4 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
09.06.	7:03	telehold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 31' 5'')
09.06.	22:14	a (89) Julia kisbolygó oppozícióban (9,0 <sup>m</sup> , Pegazus csillagkép)
09.07.	3:02	a Vénusztól 28,0'-cel északnyugatra látható a 71 Cnc (8,1 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
09.08.	0:50	a Hold mögül kilép a 11 Ceti (7,5 <sup>m</sup> , 96%-os, csökkenő holdfázis)
09.10.	3:14	a Merkúrtól 39,8'-cel északnyugatra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
09.10.	9:20	a Hold maximális librációja ( $l = -2,85^\circ$ , $b = +6,57^\circ$ , 80,7%-os, csökkenő holdfázis)
09.11.	1:29	a (65) Cybele kisbolygó (13,4 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-549-016874-et (11,2 <sup>m</sup> ) a Bika csillagképben
09.12.	10:17	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (17,9°, -0,4 <sup>m</sup> , 7,2'' átmérő, 47% fázis, Oroszlán csillagkép)
09.13.	3:25	a Vénusz, a Merkúr, a Mars és a Regulus együttállása a hajnali égbolton az Oroszlán csillagképben
09.13.	3:46	a Merkúr dichotómiája (17,9°-os nyugati elongáció, 7,0'' látszó átmérő)
09.13.	3:48	a Merkúr kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 10,5°, fényessége -0,4 <sup>m</sup> , fázisa 50%
09.13.	6:25	utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32' 19'')
09.13.	16:04	a Hold földközeli (földtávolság 369 819 km, látszó átmérő: 32' 18,7'', 45,4%-os, csökkenő holdfázis)
09.14.	4:14	a Hold súrolva fedi a 71 Orionist az északi pereme mentén (5,2 <sup>m</sup> , 39%-os, csökkenő holdfázis)
09.14.	13:02	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +19° 26'-nél (35,6%-os, csökkenő holdfázis)
09.16.	2:40	a Hold súrolva fedi a $\zeta$ Cancri hármascillagot az északi pereme mentén (5,1 <sup>m</sup> , 19%-os, csökkenő holdfázis)
09.16.	18:11	a Hold minimális librációja ( $l = +3,37^\circ$ , $b = +1,60^\circ$ , 14,2%-os, csökkenő holdfázis)
09.17.	1:23	a Hold mögül kilép a 73 Cancri (7,6 <sup>m</sup> , 11%-os, csökkenő holdfázis)
09.17.	3:17	a Merkúr és a Mars 18'-es közelsége a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
09.18.	3:18	a Vénusz, a Merkúr, a Mars, a Hold és a Regulus együttállása a hajnali égbolton az Oroszlán csillagképben
09.18.	3:36	az 5,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7' 49"-cel északra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 <sup>m</sup> )
09.18.	3:55	a Vénusz 2,7°-kal északnyugatra látható az 5,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
09.19.	3:56	a Mars 5,3°-kal nyugatra látható az 1,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Oroszlán csillagképben

**Dátum Időpont Esemény**

09.19.	3:56	a Merkúr 3,2°-kal északnyugatra látható az 1,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Oroszlán csillagképben
09.19.	3:56	25 óra 34 perces holdsarló 6,0° magasan a reggeli égen
09.20.	5:30	újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 31' 13")
09.21.	17:14	35 óra 44 perces holdsarló 3,2° magasan az esti égen (a Jupitertől 9,6°-kal északnyugatra)
09.22.	17:12	a Jupiter 4,3°-kal nyugatra látható a 6,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Szűz csillagképben
09.22.	20:02	őszi nap-éj egyenlőség
09.23.	5:58	a Hold maximális librációja ( $l = +4,25^\circ$ , $b = -6,43^\circ$ , 9,8%-os, növekvő holdfázis)
09.26.	17:04	a Szaturnusz 4,6°-kal délkeletre látható a 37,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
09.27.	6:51	a Hold földtávolban (földtávolság 404 387 km, látszó átmérő: 29' 32,9", 42,1%-os, növekvő holdfázis)
09.28.	2:54	első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 35")
09.28.	10:07	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-19^\circ 31'$ -nél (53,0%-os, növekvő holdfázis)
09.29.	19:58	a 66,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1' 15"-cel délre látható az 56 Sgr (4,9 <sup>m</sup> )
09.29.	23:08	a Hold minimális librációja ( $l = -3,37^\circ$ , $b = -2,93^\circ$ , 67,4%-os, növekvő holdfázis)
09.29.	23:10	az (1986) Plaut kisbolygó (16,1 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-541-008604-et (11,8 <sup>m</sup> ) a Bika csillagképben
09.30.	21:19	a 75,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 11' 43"-cel délre látható az $\upsilon$ Cap (5,2 <sup>m</sup> )

## A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága

A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága a derült és nyugodt levegőjű szeptemberi estéken észlelésre hív. Nem könnyű feladat szeptember 4-én megtalálni a halvány, vékony, de jókora sarlót 1,8 magnitúdós fényesség, 9,2"-es átmérő és 0,13 fázis mellett (CM = 39°). A bolygó ekkor már bő egy órával a Nap előtt kel, napkeltekor 10°-kal emelkedik a horizont fölé. A hónap közepére a hajnali égbolt feltűnő égítetvé válik. Szeptember 13-i dichotómiájakor -0,4 magnitúdós fényesség, 7,0"-es átmérő és 0,50 fázis mellett bő másfél órával kel a Nap előtt, napkeltére jelentős, 16°-os horizont feletti magasságba kerül (CM = 90°). Napkeltéig, illetve azután is követve a bolygót, jó kontrasztviszonyok és egyre növekvő magasság mellett csodálhatjuk meg a félmerkúrt, a nagy nagyításon előbukkanó felszíni foltjaival. Szeptember 25-ig a bolygó jól megfigyelhető marad; ekkor a -1,2 magnitúdós, 5,4"-es átmérőjű és 0,91 fázisú bolygó még egy órával kel a Nap előtt, napkeltekor 10°-ra emelkedve a horizont fölé (CM = 145°).



*A Neptunusz látszó mozgása az égen 2017-ben*

## Oppozícióban a Neptunusz

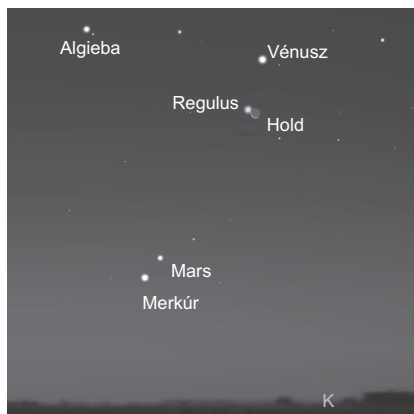
Legkülső bolygónk szembenállása szeptember 5-én következik be. A Vízöntő csillagképben járó bolygó ekkor 2,4"-es átmérőt és 7,8 magnitúdós fényességet ér el. Deleléskor 36°-kal emelkedik a horizont fölé, kedvező körülmények közt észlelhetjük. Kisebb távcsővel a bolygó színe, nagyobb műszerekkel a peremsötétedés és a koronglapultság is megfigyelhető. A bolygó déli pólusa 25°-kal billen a Föld felé, pólusvidéke így íves sapkaként látszik, egyenlítővel párhuzamos felhősávjai pedig íveltek. A Neptunusz aktív bolygó, egyre több amatőr felvételen sikerül vihartitőréseket, feltűnő fehér felhőket megörökíteni. A déli pólust gallérként övező, a mérsékelt öv déli részére is lenyúló terület egy világos felhőképződésre hajlamos régió, itt nagy felbontású felvételeken gyakran tűnnek fel a Déli Poláris Alakzat kisebb világos foltjai. Az egyenlítő környékén szintén nem ritkák a világos vagy sötétebb sávok. Nagy műszerrel, narancs vagy vörös szűrővel esélyünk lehet a világos felhőalakzatok megörökítésére.

## Bolygósorakozó szeptemberben

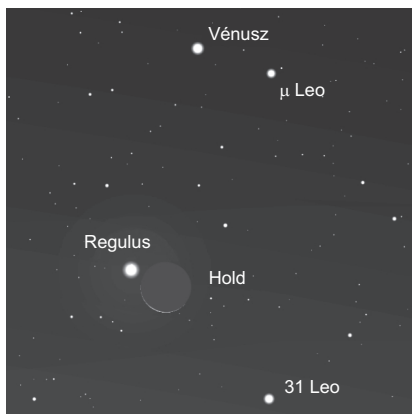
A szeptemberi égbolton, a hónap nagy részében rendkívül látványos bolygósorakozónak lehetünk szemtanúi, amelynek során több látványos együttállás következik be.

Szeptember 5-én hajnalban a Mars és a Regulus ( $\alpha$  Leo) együttállására kerül sor. Bő fél órával napkelte előtt körülbelül 5° magasan találjuk az egymástól 44'-re lévő égitesteket. A Mars 2, a Regulus 1,3 magnitúdós lesz, ezért mindenképp távcsövet (vagy binokulárt) kell használni a megtalálásukhoz. A Marstól 3,2°-ra dél felé (a horizonttal párhuzamosan) feltűnik az 1,2 magnitúdós Merkúr is, amelyet ezen a hajnalon 9"-es,





Látványos bolygósorakozó szeptemberben (az ábra a 18-ai hajnali állapotot mutatja)



A Hold, a Regulus és a Vénusz együttállása szeptember 18-án hajnalban (az előbbi ábra részlete)

17%-ban megvilágított sarlónak láthatunk. A földtávolban járó vörös bolygó alig 3,6"-es lesz, vagyis látszó mérete megegyezik az Uránuszéval.

Szeptember 10-én 03:14 UT után a Merkúr és a Regulus szoros párosa lesz megfigyelhető 6-8°-os magasságban, a két égitestet 40' választja majd el. A legnagyobb kitérés közelében járó Merkúr 0,3 magnitúdós lesz (8", 37%). A párostól a horizont irányába körülbelül 3°-ra lesz a 2 magnitúdós Mars, de csupán 5° magasan (03:25 UT), ezért nagyon nehéz lesz még ekkor a megfigyelése. A Vénusz körülbelül 10°-kal magasabban ragyog majd ezen a hajnalon.

A következő hajnalokon a Merkúr lassan távolodik a Regulustól és közeledik a Marshoz, 12-én és 13-án a legbelső bolygó a fényes csillag és a vörös bolygó között lesz megfigyelhető. 16-án és 17-én a Mars és a Merkúr nagyon szoros közelítésére kerül sor, 17-én hajnalban csupán 18' választja majd el a két bolygót. 18-án az 5%-os fogyó Hold sarlója is csatlakozik a bolygók és csillagok sorakozójához. A Hold vékony sarlója a Regulus mellett lesz kereshető, a fényes csillagot alig 8' választja majd el a holdperemtől. A Vénusz bő 2°-ra lesz tőlük, miközben a horizonthoz közelebb a Mars és a Merkúr 1°-ra látszik egymástól. 20-án a Merkúr már csak 6"-es, de 78%-os fázisú. Ezen a hajnalon a Vénusz közelíti meg a Regulust 25'-re. A Merkúr megfigyelésére nagyjából 23-24-éig van esélyünk, azután túl közel kerül a Naphoz az egyébként –1 magnitúdóra fényesedő égitest.

### A ζ Cancri súroló fedése a Hold által szeptember 16-án

Ezen a szeptemberi hajnalon a 19%-os, csökkenő fázisú Hold elfedi a ζ Cancri hármas-csillagot. A jelenségre 25° magasan kerül sor a hajnali égen. A WDS szerint az AB csillagok fényessége 5,3 és 6,25 magnitúdó, jelenleg 1,0"-re vannak egymástól PA 37° irá-

nyában. A 6,2 magnitúdós C tag az AB pároshoz képest idén 5,9"-re található PA 66° irányban (az 1115 éves keringési periódusú csillag éppen távolodik az AB-től). A súroló fedés Magyarország északnyugati szélén zajlik, így Sopronban és Mosonmagyaróváron nem lesz fedés, de az ország többi részén igen. A súroló fedés pontos sávja a Pereszteg–Fertőszéplak–Lébény–Dunaszentpál vonalon húzódik, majd átlép Szlovákiába, de Aggtelek-nél ismét visszakerül, és Hidvégdardónál lép ki ismét az országból.

A teljes fedést észlelők különleges látványban részesülhetnek a holdsarló melletti fényes hármascsillaggal. Főleg kilépéskor számíthatunk háromfokozatú fényesedésre, videón megörökítve akár ki is mérhetjük a három csillag helyzetét, távolságát. A súroló fedés vonalában állók pedig a csillag fényének folyamatos hullámlásait, el- és feltűnését láthatják, videózhatják.

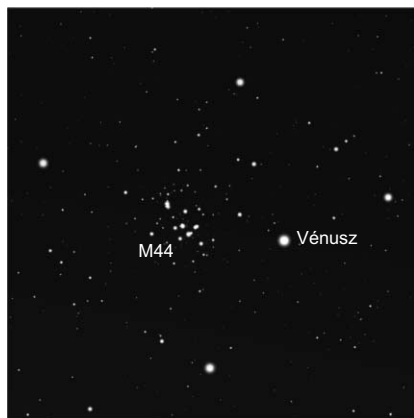


A  $\zeta$  Cancri a Hold mellett

A  $\zeta$  Cancri súroló fedése 2017. szeptember 16-án

Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Szombathely	2 32 38		24	-3N	13	2 43 23		26	18N	353
Zalaegerszeg	2 29 26		24	-8N	19	2 45 44		26	23N	347
Győr	2 35 42		25	1N	10	2 42 18		26	14N	357
Kaposvár	2 26 11		24	-14N	25	2 48 47		28	29N	341
Veszprém	2 30 7		24	-8N	19	2 46 35		27	23N	348
Tatabánya	2 33 42		25	-3N	13	2 44 11		27	17N	353
Pécs	2 24 35		24	-17N	28	2 50 9		28	32N	339
Székesfehérvár	2 30 19		25	-9N	19	2 47 4		28	23N	347
Szekszárd	2 25 38		24	-16N	27	2 50 11		29	31N	340
Paks	2 26 57		25	-14N	25	2 49 38		29	29N	342
Budapest	2 31 48		26	-7N	17	2 46 51		28	21N	349
Kecskemét	2 27 58		25	-14N	24	2 50 4		29	28N	342
Salgótarján	2 35 59		27	-1N	12	2 44 51		28	15N	355
Szeged	2 24 39		25	-19N	30	2 52 21		30	34N	337
Miskolc	2 34 41		27	-5N	15	2 47 14		29	19N	352
Debrecen	2 30 15		27	-12N	23	2 51 13		31	27N	344
Nyíregyháza	2 32 42		27	-9N	19	2 49 47		30	23N	348

## A Vénusz a Jászol közelében



A téli-tavaszi égbolt egyik legszebb nyílt csillaghalmaza az M44, avagy a Jászol (Praesepe). A 3 magnitúdós, 500 fényévre lévő szép csillagcsoport Charles Messier listájában 44-es sorszámmal szerepel, de már az ókor óta ismerték. Az első szeptemberi hajnalon a – szürkület kezdetén már 15° magasra emelkedő – csillagcsoport közelében találjuk a Vénuszt. A bolygó mindössze 1,3°-ra lesz az M44 centrumától, ezért még hosszabb fókuszú teleobjektívekkel is látványos felvételek készíthetők majd a nyílthalmaz és a bolygó párosáról.

*A Vénusz a Jászol (M44) közelében szeptember 1-jén hajnalban*

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A május óta távolodó üstökös földtávolsága 1,5 millió km-en belül nem változik, de 50 millió km-rel növekvő naptávolsága miatt fényessége 11 és 11,5 magnitúdó között csökken. Eközben eléri keleti stacionárius pontját, így ebben a hónapban egy 2° átmérőjű körön belül észlelhetjük a Taurus csillagképben. A Fiastyúk halmaztól néhány fokkal délkeletre látható vándor halvány diffúz ködök előtt halad, így hosszabb expozíciós idővel látványos felvételek készíthetők.

**213P/Van Ness.** A 2005-ben felfedezett, egy kitörés miatt kifényesedett üstökös ebben a hónapban éri el napközelségét ( $q = 1,985$  CSE), miközben a Sagittarius középső részén, az ekliptika közelében halad északkelet felé. Az esti égen látható, növekvő földtávolsága miatt 12–12,5 magnitúdó között lassan halványuló üstökös 5-én este 1°-kal délkeletre látható a 9 magnitúdós NGC 6717 gömbhalmaztól, 14-én 28'-cel délkeletre halad el a 3,8 magnitúdós o Sagittarii mellett, öt nappal később pedig a 2,9 magnitúdós  $\pi$  Sagittarii-t közelíti meg fél fokra, szintén délkeletről.

**217P/LINEAR.** A 12 és 12,5 magnitúdó között halványuló vándor a hónap során nyugatról kelet felé haladva átszeli az Orion csillagkép északi részét, egyúttal egyre kedvezőbb helyzetbe kerül a hajnali égen. Érdemes gyakran felkeresni, mert legutóbbi visszatérésekor egy kisebb kitörésen is átesett. A hónap második hajnalán érdekes együttállásnak lehetünk szemtanúi, amikor 20'-re megközelíti az NGC 1662 laza nyílthalmazt, 4-én viszont szinte nem is érdemes a nyomába eredni, mert csak 2-3'-re lesz az 5,2 magnitúdós 6 Orionistól. A hónap közepén a  $\lambda$  Orionistól északra látszó ködösségek előtt fotózható, 29-én hajnalban pedig 48'-cel délre látható az NGC 2194 nyílthalmaztól.

## Messier 31: galaxis az Andromedában

Tiszta őszi éjszakákon, fényszennyezéstől távol, magasan látható az Andromeda csillagkép az északi féltéke egén. A figyelmes szemlélő a csillagkép középső, fényesebb csillagától ( $\beta$  Andromedae) északra egy halvány, elnyúlt, ködös fényfoltot pillanthat meg szabad szemmel. Ez az M31, ismertebb nevén az Androméda-galaxis, amely a hozzánk legközelebbi nagy spirálgalaxis.

Abd al-Rahman al-Sufi perzsa csillagász 964-ben jegyezte fel katalógusában mint szabad szemmel látható „kis felhőt”. Felfedezését Messier – nem tudva al-Sufi leírásáról – Simon Marius német csillagásznak tulajdonította, aki az égitest első távcsöves és egyben első újkori megfigyelője volt 1612-ben. Messier leírása nagyon szemléletes: két, egymás felé forduló piramis formájú fénylésről ír, amelyek az alapjuknál érintkeznek. Ez a leírás tökéletesen ráillik a kis távcsövekben látottakra. Lord Rosse 1,8 méteres távcsövével végzett észlelései során az általa felismert spirálködök csoportjába sorolta az égitestet. A ködfolt valós fizikai természete nagyon sokáig rejtély maradt, egyesek a Naprendszerhez közeli, formálódó bolygórendszernek vélték, amelynek sűrű közép-pontja egy születőben lévő csillag, a körülötte látható anyagkorongból pedig bolygók fognak létrejönni. Mások eltérő véleményen voltak, így William Herschel is, aki a Tejútrendszerhez hasonló, önálló „sziget-univerzumnak” (Thomas Wright, Immanuel Kant) vélte az M31-et, távolságát pedig a Sirius távolságának 2000-szeresére becsülte. A kérdést csak a 20. század elején sikerült végérvényesen eldönteni. 1923-ban Edwin Hubble több cefeida típusú változócsillagot fedezett fel az M31-ben, amelyek ismert periódus-fényesség összefüggése alapján ki lehetett számítani az objektum távolságát. Az amerikai csillagász 900 ezer fényéves távolságot kapott, így az M31 sokkal nagyobb távolságba került, mint a Tejútrendszer átmérője, nem lehetett tehát annak a része. Bár távolságát ma már 2,5 millió fényévre becsüljük, a „sziget-univerzum” elképzelés az 1920-as évek közepén végképp győzedelmeskedett.

A modern asztrofizikai mérések alapján átmérője 200 ezer fényév, amelyben 1500 milliárd naptömegnyi anyag összpontosul (a sötét anyaggal együtt). Saját Galaxisunk esetében az újabb mérések során 160-180 ezer fényéves átmérőt, és 700-850 milliárd naptömegnyi össztömeget állapítottak meg. Az M31 kísérőgalaxisai közül a két legfényesebb az M32 és az M110. Mindkét objektum elliptikus törpegalaxis, sőt az M32 feltehetőleg egy nagyobb csillagváros magjának tekinthető, amelynek külső rétegeit az M31 magába szippantotta egy korábbi kölcsönhatás során. Az elnyúlt, orsószerű M110 galaxis némi port is tartalmaz, mérete jóval nagyobb az M32-nél, felületi fényessége pedig alacsonyabb. Mindkét égitest könnyedén látható binokulárral, sötétebb égboltról, bár az M32 még 10-szeres nagyítással is szinte csillagszerűnek tűnhet. Az M110 lehetőleg finom foltját a fényszennyezés könnyen letörölheti, de jó égbolton egyértelműen kivehető. Az M31 távolabbi kísérői az égbolt több tíz fokos régiójában szóródnak szét az anyaggalaxis körül, így nemcsak az Andromedában, hanem a Cassiopeiában és a Pegasusban (sőt talán a Piscesben) is akad képviselőjük. Az NGC 147 és NGC 185 a két legkönnyebben észrevehető közülük, mindketten a Cassiopeia déli, Andromedával határos részén találhatók. Törpe szferoidális galaxisok, amelyek forgási ellipszoid formájúak, és felületi fényességük nagyon alacsony. Mivel összfényességük 9-10 magnitúdó körüli, amelyhez körülbelül 10 ívperces kiterjedés társul, megfigyelésükhöz rendkívül jó égbolt és kis nagyítás szükséges legalább 10 cm-es távcsövel.

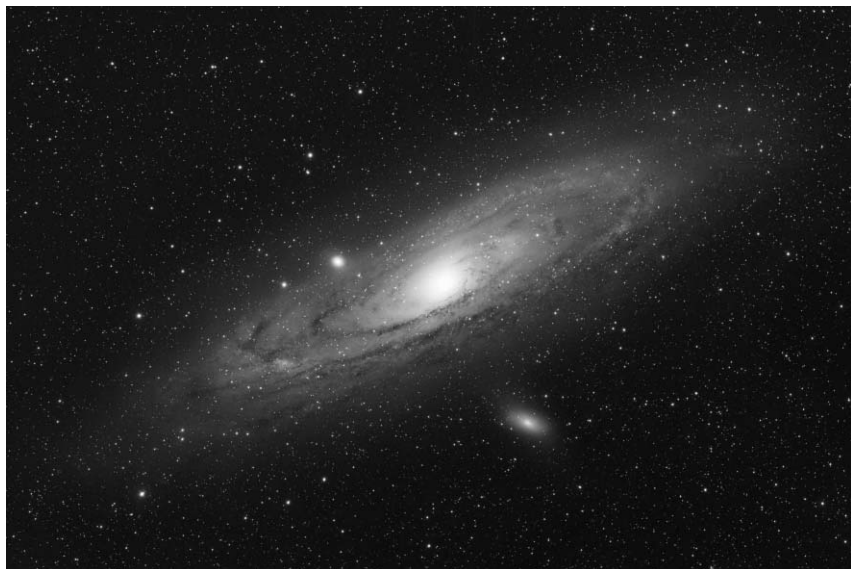
Az M31 csillagszerű magja voltaképp kettős: egy 55 millió naptömegű kettős fekete lyukat rejt magában. A magtól 16"-cel délkeletre tűnt fel 1885 augusztusában az S Andromedae elnevezésű 6 magnitúdós szupernóva, amely hónapokig látható volt. Ez volt a legelső észlelt extragalaktikus szupernóva.

Az M31 és közeli kísérintek felkeresése egyszerű feladat a kezdő amatőr csillagász számára is. A  $\beta$  Andromedaétól kiindulva haladjunk északnyugat felé körülbelül 6°-ot, a  $\mu$  és a  $\nu$  And érintésével. Utóbbi mellett 1,2°-kal nyugatra megpillantjuk a galaxis ovális centrumát, amelyet jó égbolton halvány derengésként öveznek a spirálkarok.

Binokulárral szemlélve városszéli megfigyelőhelyről, 2-3° hosszú és körülbelül 0,5° széles ovális foltként azonosítható. Sötét égboltról láthatóvá válnak a legkülső régiók, amelyek hosszát 3,5-4°-ra, szélességét 45'-re növelik, ám vannak olyan megfigyelések is, amelyek 5°-os hosszról és 1°-os szélességről számolnak be.

A spirálkarokhoz kapcsolódó porsávok a fényképeken az M110 felőli oldalon nagyon szépen, kontrasztosan jelennek meg, ezeket azonban még nem lehet látni 80-100 mm-nél kisebb átmérőjű binokulárral. Az M32 felőli (délkeleti) oldalon, a leíráshoz hasonlóan, van egy intenzitáslépcső, amely a kisebb apertúrájú műszerekben látványosan jelenik meg.

A galaxis 20×8 ívperc méretű, foltos magvidéke elnyúlt – benne a csillagszerű mag mellett egy kerek centrum és több apró folt is észlelhető. Hozzá északnyugat felől egy fényes, kampó alakú spirálkar-darab simul, majd egy rendkívül kontrasztos porsáv halad keresztül az M110 felé eső régiókon. A spirálkarokban csomók (köztük a legfényesebb az NGC 206) és ívek figyelhetők meg. Az M32 tömör, szinte csillagszerű, az



Fényes Lóránd felvétele az M31-ről (20 cm-es Newton)



*Sánta Gábor panorámarajza az M31-ről és kísérieről. 80/600-as apokromát, 15× nagyítás, a látómező körülbelül 64°*

M110 diffúzabb, de fényes, ovális folt, amelyet nagyon halvány sáv köt össze az anyagalaxiszal. Nagyobb (150×) nagyításon az M32-ben a magtól dél felé kiinduló tüskeszerű fénysáv sejthető. Az M110, 100-szoros nagyítással kissé inhomogén fénylésként látható. Ovális magrészét dél, kelet és észak felől egy szinte összefüggő ív övezi, a mag és az ív között mintha porsávok lennének. E részletek jelenléte a fotókon is egyértelmű, a déli folt látható közülük a legkontrasztosabban.

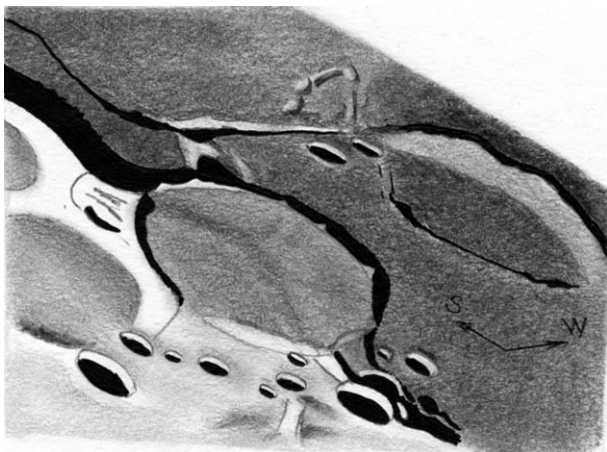
Méretéből adódóan az Andromeda-galaxis észlelésére a kisebb és közepes átmérőjű műszerek a legalkalmasabbak. 15 cm-nél nagyobb átmérő esetében nem tudunk olyan kis hasznos nagyítást elérni, hogy legalább a galaxis belső, 2°-os átmérőjű része beleférne a látómezőbe. Nagy átmérőjű műszerekkel a finom részleteket tanulmányozhatjuk leginkább: az északnyugati perem közelében húzódó porsávokat, a felszín finom foltosságát, a spirálkarok csillagfelhőit, köztük a legfényesebb NGC 206-ot. 25 cm-es átmérő és legalább 200-szoros nagyítás szükséges az M31 fényesebb gömbhalmazainak megpillantásához, bár a legfényesebb G1-et (Mayall II) akár 15-20 cm-es műszerrel is észrevehetjük, mivel fényessége 13,8 magnitúdó, átmérője körülbelül 4". Ez az égitest talán az egész Lokális Csoport legnagyobb gömbhalmaza, kétszer akkora tömegű, mint az  $\omega$  Centauri. Utóbbihoz hasonlóan a G1-ről is azt feltételezik, hogy egy törpegalaxis lecsupaszított magja. Megtalálni nem könnyű, mivel a galaxis magjától 2,6° távolságra található, jóval a ködösségen kívül. Az M31 többi gömbhalmaza (300-400 biztos és legalább 600 meg nem erősített objektumról van szó) közül egy 25 cm-es műszerrel legalább tucatnyi, 35-40 cm-es átmérővel több tucat válik láthatóvá. A második legfényesebb

G76 könnyen megkereshető az NGC 206 közelében, de a G78, G185 és G280 is viszonylag könnyű zsákmány. Ezek a halmazok 14-15 magnitúdósak, kiterjedésük 2" körüli, így szinte csillagszerűnek látszanak. Felkeresésükhöz a galaxist ábrázoló fotografikus térkép szükséges.

## A Wargentín-kráter

A Wargentín az egyik legfurcsább kráter a Holdon, ráadásul a környezete is hallatlanul látványos. Ez a 84 km átmérőjű, a pereméig feltöltődött kráter minden holdészlelő számára kötelező célpont. Jókorá méretének és a vele szomszédos, ugyancsak nagyméretű krátereknek köszönhetően megtalálása senkinek sem okozhat gondot. Holdrajzi koordinátái: 49,6° déli szélesség és 60,2° nyugati hosszúság, vagyis a Hold délnyugati pereméhez közel fekszik, így a telehold előtti napokra esik kedvező reggeli megvilágítása. Kis műszerekben is látványos, de csak nagyobb, 15-20 cm-es távcsövekkel figyelhetjük meg az igazán finom részleteit. Szokatlan megjelenését az okozza, hogy egyszerűen fogalmazva túlsordult lávával, azaz a pereméig feltöltődött. Ahogy Elger fogalmazott: „... egy lefelé fordított lapos, ovális tálra emlékeztet.” Chuck Wood Lunar 100-as listáján a 43. helyen szerepel mint „a pereméig lávával vagy törmelékkel töltődött kráter”.

A Wargentín délkeletről egy cipőnyomra emlékeztető kráterkettőssel érintkezik. Ez a Nasmyth–Phocylides párosa. Északkeletről pedig a 227 km átmérőjű Schickard-kráterrel határos, amely az egyik legnagyobb ilyen alakzat a Hold innenső oldalán. A Wargentín északnyugati részén, nagyjából 90°-os ívben a sánc teljesen hiányzik, de máshol sem emelkedik igazán magasra. A legmagasabb részt ott találjuk, ahol a Nasmyth–Phocylides-kráterekkel érintkezik. Itt a sánc nagyjából 300 méterrel emelkedik a talaj



Sánta Gábor 2007. szeptember 24-én készült rajza a Wargentín-kráterről. Az észlelés egy 130/650-es Newton-reflektorral készült 163×-os nagyítás mellett

fölé. Ha a terminátor még a közelben halad, a kráter aljzatán a súroló fényben néhány egymást keresztező hegyhátat figyelhetünk meg. Elgert ezek egy madár lábnyomára emlékeztették. Érdekes a másodlagos kráterek hiánya. Igazából csak északon és délen találunk két aprócska krátert, amelyeket közepes műszerekkel is megpillanthatunk. Ezek közül a déli az érdekesebb. Ez a déli peremhez közel fekvő néhány kilométeres kráter egy sötét halójú becsapódási kráter, amely segít megérteni a Wargentin kialakulását. A Hold távoli múltjában, pre-nektari korban (3,92 milliárd évnél is régebben) egy néhány kilométeres aszteroida létrehozta a Wargentint, amely eredetileg minden bizonnyal teraszos falszerkezetű, komplex kráter lehetett jókora központi csúccsal. A holdkéreg repedésein keresztül felnyomuló láva kitöltötte a krátert. Nagyjából 3,75 milliárd évvel ezelőtt egy gigantikus becsapódás létrehozta a Mare Orientalét is magában foglaló Orientale-medencét, a Hold legfiatalabb becsapódási medencéjét. Az innen kirepült, majd a holdfelszínre visszahullott törmelék részben vagy teljesen feltöltötte az útjába eső krátereket. A Wargentint, amely amúgy is lávával telt volt már, a visszahulló törmelék színültig feltöltötte, és be is fedte sötét színű bazaltos aljzatát. A kráter ma is ismert alakja, így a madár lábnyomára emlékeztető hegyhátak is ekkor jöhettek létre. Egy évmilliókkal, de inkább évszázmilliókkal későbbi becsapódás létrehozott egy kisebb krátert a Wargentin déli pereméhez közel, amely a mélyből bazaltos törmeléket szórt ki, amit jelenleg sötét halóként figyelhetünk meg.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
9 2	21	5	17	be	2935	7,0	88 +	23	90 É	79	+1,7	-0,3
9 4	22	42	52	be	3206 $\mu$ Cap	5,1	98 +	28	34 É	11	+0,4	+2,1
9 7	20	56	4	ki	49	6,1	97 -	26	34 D	203	+0,6	+2,5
9 8	0	50	13	ki	62 11 Cet	7,5	96 -	41	51 É	297	+2,5	-1,8
9 9	2	8	0	ki	109873	7,4	91 -	43	36 D	201	+0,8	+1,9
9 9	3	13	43	ki	210	6,6	91 -	37	22 D	187	+0,4	+2,9
9 10	2	35	43	ki	110464	6,8	83 -	50	60 É	286	+2,0	-1,2
9 11	0	26	33	ki	462	6,0	75 -	46	47 É	301	+2,0	-0,3
9 12	0	29	14	ki	608 NSV 1466	6,0	64 -	41	57 É	294	+1,4	+0,4
9 13	2	30	39	ki	94366 V1157 Tau	7,9	52 -	52	47 D	222	+0,9	+2,5
9 14	0	51	32	ki	95258	7,6	41 -	29	31 É	329	+1,6	-1,4
9 14	23	35	26	ki	96439	7,3	30 -	8	85 É	279	-0,1	+1,1
9 15	1	54	44	ki	96575	7,7	29 -	30	61 É	304	+0,9	+0,3
9 16	2	31	49	be	1236 $\zeta$ Cnc	5,1	19 -	26	-7 É	17	-0,9	+7,1
9 16	2	46	25	ki	97646	6,2	19 -	28	20 É	350	+2,0	-5,3
9 16	2	46	51	ki	1236 $\zeta$ Cnc	5,1	19 -	28	21 É	349	+1,9	-4,8
9 16	2	46	55	ki	X108006	6,2	19 -	28	22 É	349	+1,9	-4,8
9 17	1	22	45	ki	1356 73 Cnc	7,6	11 -	4	55 É	320	+0,1	+0,0
9 17	1	36	29	ki	98365	7,9	11 -	6	68 É	308	+0,1	+0,4
9 18	2	21	7	ki	1476 GM Leo	7,1	5 -	2	48 D	249	-0,3	+1,8



## Évforduló

## 300 éve született Pehr Wilhelm Wargentin

*Pehr Wilhelm Wargentin* (Sunne Prästgard, 1717. szeptember 11. – Stockholm, 1783. december 13.) svéd csillagász, a Svéd Királyi Akadémia egykori főtitkára. Egy 12 éves korában látott holdfogyatkozás hatására fordult a csillagászat felé érdeklődése. Egyetemi tanulmányai során Uppsalában *Anders Celsius* hatására kezdett érdeklődni az égi



mechanika és a Jupiter holdjainak mozgása iránt. Az egyetem elvégzése után itt alkalmazták is, majd 1753-ban Stockholmban a frissen alapított obszervatórium első igazgatója lett.

Itt folytatta a Jupiter-holdak tranzitjelenségeinek megfigyelését és az ezzel kapcsolatos számításokat. Akkoriban a földrajzi helymeghatározás egyik legmegbízhatóbb módszere a Jupiter-holdak jelenségeinek megfigyelése volt, amelynek alapján a világidő meghatározható, és alkalmas asztrometria mérésel megállapítható a helyi csillagidő, ezek ismeretében pedig adódik a földrajzi hosszúság. Wargentin ezenkívül beszámolt a Mars 1751-es nagy oppozíciójának megfigyeléséről és az 1760-as években bekövetkezett két Vénusz-átvonulásról is.

Tudományszervezői munkássága kiemelkedő, 35 éven át volt a svéd akadémia főtitkára. 1764-ben a Royal Society és

a francia akadémia tagjává választották. Kormány megbízatást teljesítve a Tabellverket, a statisztikai hivatal elődintézményének igazgatójává is kinevezték, ahol népszámlálási kérdésekkel foglalkozott.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	18:32,5	Ganymedes	fv
2	18:16,9	Europa	ev
6	18: 1,8	Io	mk
7	18: 8,4	Io	áv
14	17:52,1	Io	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

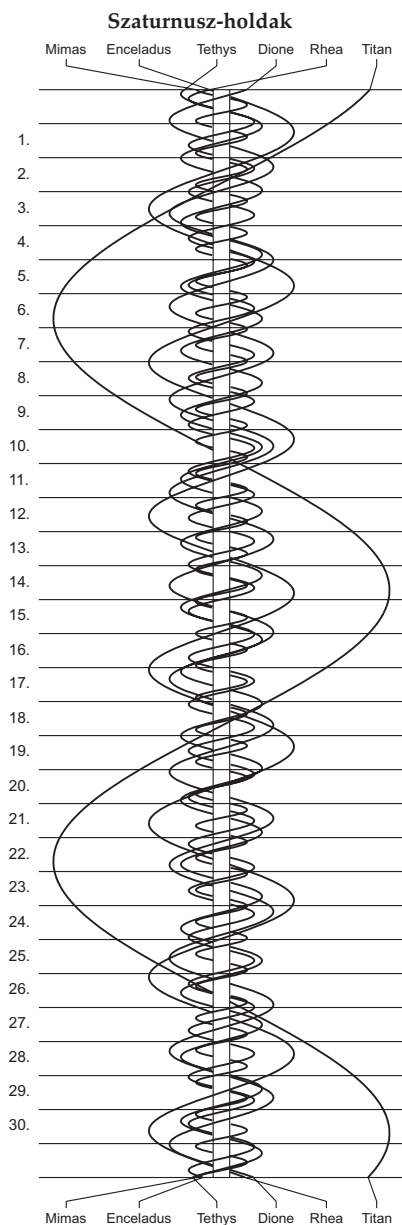
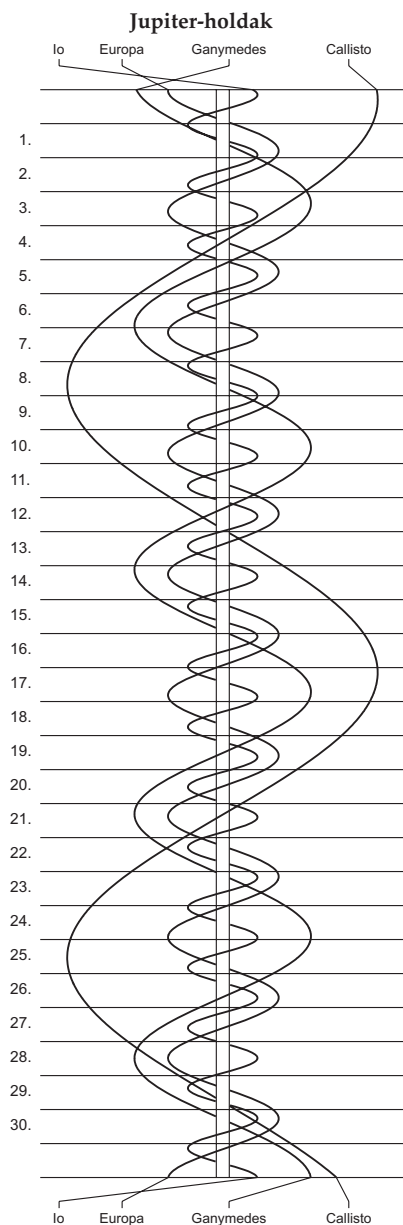
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



# CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

14-19 éveseknek  
a Polaris Csillagvizsgálóban

Foglalkozások csütörtökönként  
18.00-19.30h között,  
Szakkörvezető: Horvai Ferenc

Megismerheted a csillagképeket

Könnyen, hamar elsajátíthatod  
a távcsövek használatát

Előadások csillagászatról, űrkutatásról,  
aktuális égi eseményekről

Részesen lehetsz a csillagászok  
fantasztikus közösségének  
(kirándulások, táborok stb.)



További információk: <http://polaris.mcse.hu>

e-mail: [polaris@mcse.hu](mailto:polaris@mcse.hu)

Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

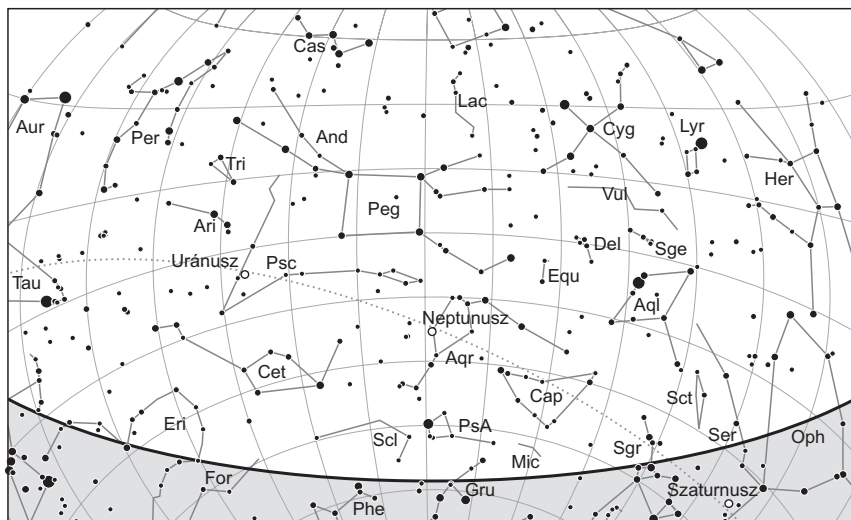
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. v 274. 40. hét	5 42	11 33	17 23	39,2	+10,2	15 29	20 30	0 34	
2. h 275.	5 44	11 33	17 21	38,8	+10,6	16 02	21 18	1 37	
3. k 276.	5 45	11 33	17 19	38,4	+10,9	16 32	22 07	2 43	
4. sz 277.	5 47	11 32	17 17	38,0	+11,2	17 01	22 56	3 51	
5. cs 278.	5 48	11 32	17 15	37,6	+11,5	17 30	23 46	5 02	○ 19 40
6. p 279.	5 49	11 32	17 13	37,2	+11,8	17 59	–	6 14	
7. sz 280.	5 51	11 31	17 11	36,9	+12,1	18 31	0 38	7 29	
8. v 281. 41. hét	5 52	11 31	17 09	36,5	+12,4	19 07	1 32	8 43	
9. h 282.	5 54	11 31	17 08	36,1	+12,7	19 49	2 27	9 57	
10. k 283.	5 55	11 31	17 06	35,7	+12,9	20 37	3 25	11 08	
11. sz 284.	5 56	11 30	17 04	35,4	+13,2	21 33	4 23	12 12	
12. cs 285.	5 58	11 30	17 02	35,0	+13,4	22 35	5 22	13 09	● 13 25
13. p 286.	5 59	11 30	17 00	34,6	+13,7	23 42	6 19	13 58	
14. sz 287.	6 01	11 30	16 58	34,2	+13,9	–	7 15	14 39	
15. v 288. 42. hét	6 02	11 29	16 56	33,9	+14,2	0 51	8 08	15 14	
16. h 289.	6 04	11 29	16 54	33,5	+14,4	2 00	8 58	15 44	
17. k 290.	6 05	11 29	16 52	33,1	+14,6	3 09	9 46	16 12	
18. sz 291.	6 06	11 29	16 51	32,8	+14,8	4 17	10 33	16 39	
19. cs 292.	6 08	11 29	16 49	32,4	+15,0	5 23	11 19	17 05	● 20 12
20. p 293.	6 09	11 28	16 47	32,0	+15,2	6 28	12 04	17 32	
21. sz 294.	6 11	11 28	16 45	31,7	+15,4	7 32	12 50	18 01	
22. v 295. 43. hét	6 12	11 28	16 43	31,3	+15,5	8 34	13 36	18 33	
23. h 296.	6 14	11 28	16 42	31,0	+15,7	9 33	14 23	19 08	
24. k 297.	6 15	11 28	16 40	30,6	+15,8	10 29	15 10	19 49	
25. sz 298.	6 17	11 28	16 38	30,3	+15,9	11 21	15 57	20 34	
26. cs 299.	6 18	11 28	16 36	29,9	+16,0	12 08	16 46	21 25	
27. p 300.	6 20	11 27	16 35	29,6	+16,1	12 50	17 33	22 20	● 23 22
28. sz 301.	6 21	11 27	16 33	29,3	+16,2	13 27	18 21	23 20	
29. v 302. 44. hét	6 23	11 27	16 31	28,9	+16,3	14 01	19 08	–	
30. h 303.	6 24	11 27	16 30	28,6	+16,4	14 31	19 56	0 23	
31. k 304.	6 26	11 27	16 28	28,3	+16,4	15 00	20 44	1 29	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni. A téli időszámítás – dőlt betűvel szedve – kezdete október 29-én 2h KÖZEI-kor.

## október

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 028	0 39 41	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 458 029	0 43 37	Petra, Örs, Tamás
3.	2 458 030	0 47 34	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 458 031	0 51 30	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 458 032	0 55 27	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 458 033	0 59 23	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 458 034	1 03 20	Amália, Mária, Márk
8.	2 458 035	1 07 16	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 458 036	1 11 13	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 458 037	1 15 10	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 458 038	1 19 06	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 458 039	1 23 03	Miksa, Rezső
13.	2 458 040	1 26 59	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 458 041	1 30 56	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 458 042	1 34 52	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 458 043	1 38 49	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 458 044	1 42 45	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 458 045	1 46 42	Lukács, Ambrus
19.	2 458 046	1 50 39	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 458 047	1 54 35	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 458 048	1 58 32	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 458 049	2 02 28	Előd, Korinna
23.	2 458 050	2 06 25	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 458 051	2 10 21	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 458 052	2 14 18	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 458 053	2 18 14	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 458 054	2 22 11	Szabina
28.	2 458 055	2 26 08	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 458 056	2 30 04	Nárcisz, Melinda
30.	2 458 057	2 34 01	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 458 058	2 37 57	Farkas, Kristóf



A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap folyamán nem kerül megfigyelésre alkalmas helyzetbe. 9-én felső együttállásban van a Nappal. Október végén is csak fél órával nyugszik a Nap után, az alkonyat fényében nem észrevehető.

**Vénusz:** A hajnali délkeleti égbolt fényesen ragyogó égiteste. Láthatósága lassan tovább romlik, a hónap elején még két és negyed, a végén már csak másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-3,9^m$ , átmérője  $11,2''$ -ről  $10,4''$ -re csökken, fázisa  $0,91$ -ről  $0,96$ -ra nő.

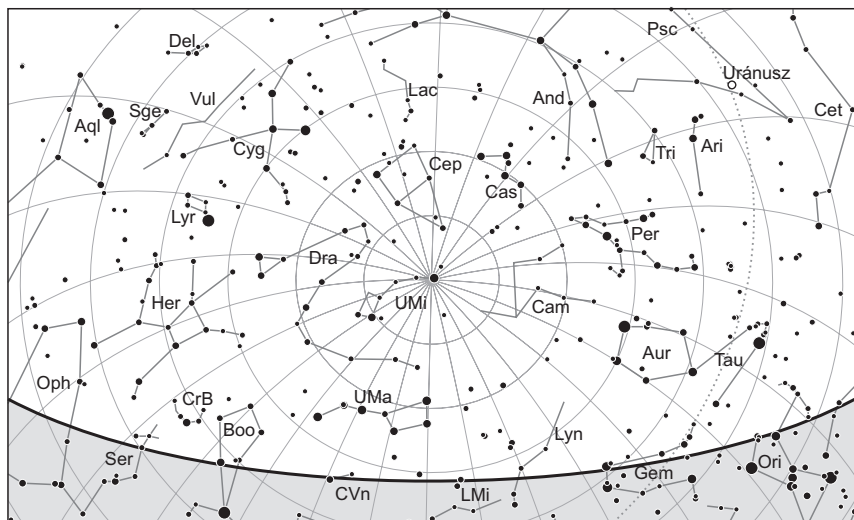
**Mars:** Előretartó mozgást végez az Oroszlán, majd 12-től a Szűz csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható a délkeleti látóhatár felett. Fényessége továbbra is  $1,8^m$ , látszó átmérője  $3,7''$ -ről  $3,9''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hónap első napjaiban még kereshető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében. Ezt követően a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 26-án együttállásban van a Nappal. Fényessége  $-1,7^m$ , átmérője  $31''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Még kereshető az esti délnyugati ég alján, a késő esti órákban nyugszik. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $16''$ -ről  $15''$ -re csökken.

**Uránusz:** Egész éjszaka látható, a Halak csillagképben végzi hátráló mozgását. 19-én szembenállásban van a Nappal.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik. A hónap végén hátráló mozgása lassulni kezd.



Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |   |
|--------|-------|---|
| 10.01. | 16:57 | a (704) Interamnia kisbolygó oppozícióban (9,9 <sup>m</sup> , Pegazus csillagkép)                           |
| 10.03. | 22:41 | a Hold mögé belép a $\chi$ Aquarii (4,9 <sup>m</sup> , 96%-os, növekvő holdfázis)                           |
| 10.05. | 18:40 | telehold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 32' 0'')  |
| 10.06. | 0:11  | a 99,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7'-cel délkeletre látható a 26 Cet (6,1 <sup>m</sup> )     |
| 10.06. | 4:19  | a Vénusz és a Mars 21,5'-es közelsége a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben                      |
| 10.06. | 23:13 | a Hold maximális librációja (l = -3,40°, b = +6,11°, 98,0%-os, csökkenő holdfázis)                          |
| 10.07. | 19:37 | a 94,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 32,2''-cel északra látható a $\mu$ Cet (4,3 <sup>m</sup> ) |
| 10.07. | 22:28 | a Mars naptávolság, távolsága 1,666088 CSE  |
| 10.09. | 1:28  | a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,1°-kal északkeletre)                                     |
| 10.09. | 6:04  | a Hold földközeli (földtávolság 366826 km, látszó átmérő: 32' 34,5'', 84,3%-os, csökkenő holdfázis)         |
| 10.11. | 18:23 | a Hold eléri legnagyobb deklinációját +19° 37'-nél (58,7%-os, csökkenő holdfázis)                           |
| 10.12. | 12:25 | utolsó negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 32' 12'')                                     |
| 10.13. | 4:06  | a Hold sűrűlva fedi a ZC 1203-at az északi pereme mentén (7,1 <sup>m</sup> , 42%-os, csökkenő holdfázis)    |

**Dátum Időpont Esemény**

10.13.	21:16	a Hold minimális librációja ( $l = +4,37^\circ$ , $b = +1,59^\circ$ , 34,9%-os, csökkenő holdfázis)
10.14.	0:55	a Hold mögül kilép az 52 Cancr (7,4 <sup>m</sup> , 33%-os, csökkenő holdfázis)
10.14.	3:19	a (8) Flora kisbolygó (9,7 <sup>m</sup> ) 6' 22"-cel északnyugatra látható az NGC 2304 nyílthalmaztól (10,0 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
10.14.	3:36	a 32,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13' 9"-cel délre látható az o Cnc (5,2 <sup>m</sup> )
10.15.	2:37	a Hold mögül kilép a 23 Leonis (6,5 <sup>m</sup> , 22%-os, csökkenő holdfázis)
10.16.	3:20	a 24P/Schaumasse-üstökös 24'-cel nyugatra látható az $\eta$ Leonistól (2,8 <sup>m</sup> ) a hajnali szürkületben
10.16.	17:28	a Szaturnusz gyűrűjének legjobb láthatósága, a gyűrű síkjának legnagyobb dőlése ( $B = 27,0^\circ$ )
10.17.	3:59	a Vénusz, a Mars és a holdsarló együttállása a hajnali égen a Szűz csillagképben
10.17.	4:34	a Mars 3,0°-kal délkeletre látható a 7,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
10.17.	11:49	a Mars 55'-cel délnyugatra látható az 5,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a nappali égen 28°-os elongációban a Naptól
10.18.	4:36	a Vénusz 2,6°-kal nyugatra látható a 2,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
10.18.	4:36	38 óra 36 perces holdsarló 11,8° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 2,6°-kal, a Marstól 9,9°-kal keletre)
10.19.	3:51	az Uránusz földközelpontján, távolsága 18,91 CSE, látszó átmérője 3,7"
10.19.	4:37	14 óra 35 perces holdsarló 1,6° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 14°-kal, a Marstól 22°-kal keletre)
10.19.	16:28	az Uránusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 5,7 <sup>m</sup> -t a Halak csillagképben
10.19.	17:35	az Uránusz oppozícióban a Halak csillagképben (5,7 <sup>m</sup> , 3,7")
10.19.	19:12	újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 30' 22")
10.20.	11:10	a Hold maximális librációja ( $l = +4,16^\circ$ , $b = -6,31^\circ$ , 0,6%-os, növekvő holdfázis)
10.20.	16:18	21 óra 6 perces holdsarló 1,8° magasan az esti égen
10.21.	6:00	az Orionidák meteorraj maximuma (ZHR = 15). A hajnali órákban jelentkező rajt kedvező holdfázisnál észlelhetjük
10.23.	2:29	a (154) Bertha kisbolygó (12,5 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-520-003948-at (10,2 <sup>m</sup> ) a Kos csillagképben
10.23.	16:06	a (2) Pallas kisbolygó oppozícióban (8,2 <sup>m</sup> , Eridánusz csillagkép)
10.24.	16:11	a Szaturnusz 3,0°-kal délnyugatra látható a 21,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
10.24.	22:20	a Jupiter földtávolban, távolsága 6,435359 CSE, látszó átmérője 30,6"
10.25.	2:31	a Hold földtávolban (földtávolság 405 189 km, látszó átmérő: 29' 29,4", 24,5%-os, növekvő holdfázis)
10.26.	3:36	a 24P/Schaumasse-üstökös 13'-cel nyugatra látható az NGC 3377 galaxistól (10,4 <sup>m</sup> ) az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
10.26.	18:11	a Jupiter együttállásban a Nappal

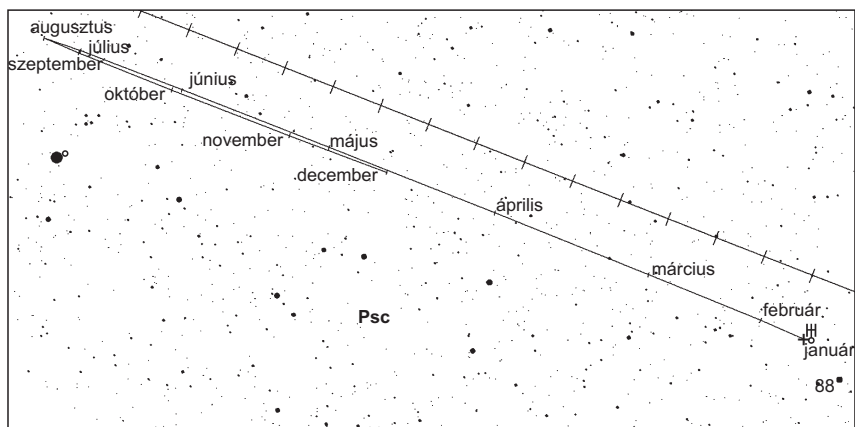


**Dátum Időpont Esemény**

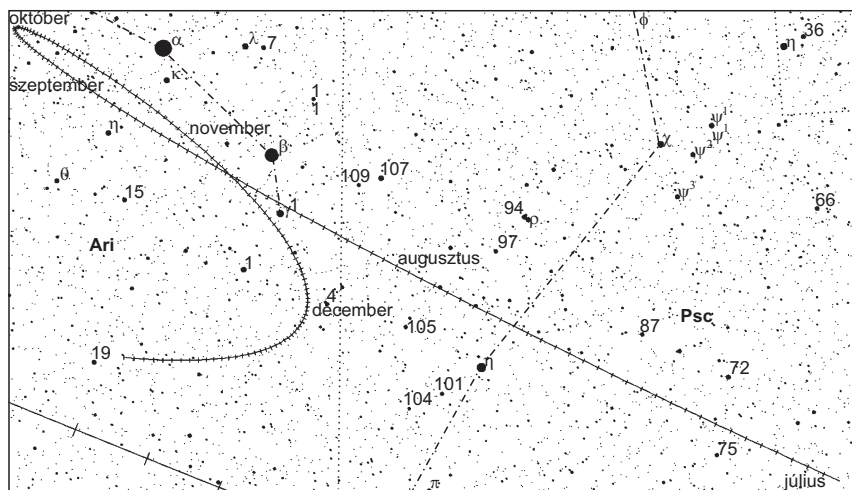
10.26.	18:27	a Hold minimális librációja ( $l = -2,95^\circ$ , $b = -3,33^\circ$ , 39,1%-os, növekvő holdfázis)
10.27.	3:37	a 24P/Schaumasse-üstökös 22'-cel északra látható az NGC 3412 galaxistól (10,5 <sup>m</sup> ) az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
10.27.	22:22	első negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 29' 51")
10.28.	17:30	az 57,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 8' 57"-cel délre látható a $\theta$ Cap (4,1 <sup>m</sup> )
10.30.	4:17	a Marstól 9' 30"-cel délkeletre látható a 13 Vir (5,9 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
10.30.	8:36	a (7) Iris kisbolygó oppozícióban (6,9 <sup>m</sup> , Kos csillagkép)
10.30.	16:38	a Szaturnusztól 16,8'-cel északra látható az 52 Oph (6,5 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
10.30.	18:31	a 76,9%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5' 46"-cel délkeletre látható a 70 Aqr (6,2 <sup>m</sup> )
10.30.	23:05	a Neptunusz 1,4°-kal északnyugatra látható a 78,5%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
10.31.	4:18	a Marstól 19,7'-cel északnyugatra látható az $\eta$ Vir (3,9 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben

**Szembenállásban az Uránusz**

A bolygó szembenállására október 19-én kerül sor. Az 5,7 magnitúdós és 3,7" átmérőjű bolygó a Halak csillagkép csillagszegény részén tartózkodik. Deleléskor  $53^\circ$  horizont feletti magasságot ér el, kiválóan megfigyelhetjük a hosszú őszi éjszakákon. Kisebb távcsővel a bolygó színét becsülhetjük, közepes műszerekkel a peremsötétedés és a koronglapultság iránya is kivehetővé válik. Az utóbbi években nagytávcsöves amatőrök egyre



*Az Uránusz mozgása a csillagok között 2017-ben*

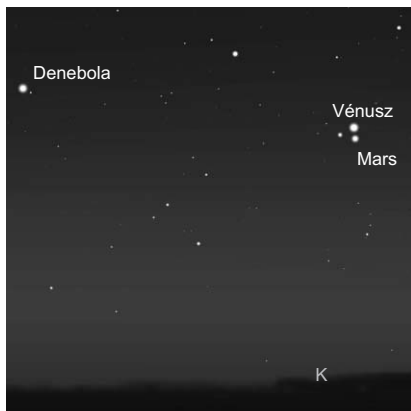


Keresőterkép a (7) Iris kisbolygó megfigyeléséhez. Az égitest október 30-án kerül oppozícióba, ekkor fényessége 6,9 magnitúdó lesz.

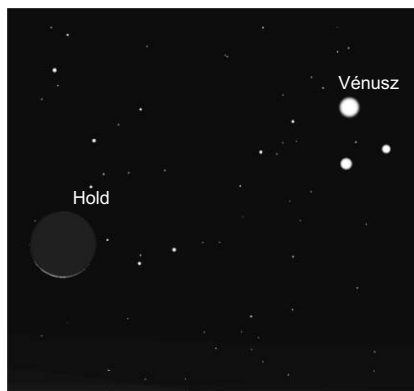
részletesebb felvételeket készítenek az Uránusz felhősávjairól, fényes és sötét foltjairól. Jelenleg a bolygó északi pólusa hajlik  $38^\circ$ -kal felénk. A pólusvidék így gömbölyded sapkaként látszik, az egyenlítővel párhuzamos felhősávok pedig ívesek. Nagy távcsővel, narancs és vörös szűrőkkel bátran próbálkozhatunk megörökíteni a felszíni alakzatokat.

## Októberi együttállások

Október első napjaiban ismét látványos együttállásra kerül sor, amikor a  $-3,5$  magnitúdós Vénusz és a 2 magnitúdós Mars 5-én és 6-án hajnalban (03:50 UT körül) megközelíti egymást. 5-én  $23'$ , 6-án  $21'$  választja majd el őket egymástól, de 5-én a 4 magnitúdós  $\sigma$  Leo-val kiegészülve tökéletes egyenlő szárú háromszöget alkotnak. Másnap a két bolygó még szorosabb párost alkot, de távolabb lesznek a csillagtól, amellyel ezúttal inkább derékszögű háromszöget képeznek. A látványos együttállást megelőző és követő na-



A Vénusz, a Mars és a velük háromszöget alkotó  $\sigma$  Leo október 5-én a hajnali égbolton



A Hold és a Vénusz együttállása október 18-án hajnalban

pokon (4-én és 7-én) is érdemes felkeresni az egymástól közeledő, illetve távolodó égitesteket.

12-én hajnalban a Vénuszt a 3,5 magnitúdós  $\beta$  Virginistől  $1^\circ$ -ra találjuk, míg 18-án a Mars közelíti meg körülbelül  $30\text{--}35^\circ$ -re ugyanezt a csillagot.

17-én 04:00 UT körül a 7%-os megvilágítottaságú Hold a Marstól 3 fokra lesz látható, másnap (18-án) a Vénusztól  $2,6^\circ$ -ra keletre kereshetjük az alig 2,8%-os holdsarlót (04:10 UT).

Október 24-én kora este, 16:10 UT-kor a délnyugati horizont felett találjuk a Hold 21%-ban megvilágított sarlóját. Tőle  $3^\circ$ -kal délnyugatra, a horizont felé lesz a Szaturnusz.

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A 11,5 és 12 magnitúdó között halványuló üstökös délnyugat felé mozog a Taurus, majd az Aries csillagképekben, csillagokban és galaxisokban szegény területen. Az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető vándor a hónap első felében még a Fiastyúktól délre nyúló diffúz ködök és molekulafelhők előtt halad, később azonban meglehetősen unalmas területre kerül. A kisbolygóövet átszelő üstökös 29-én hajnalban háromnegyed fokkal délre jár a 6,1 magnitúdós 65 Arietistől, a következő két hajnalon pedig  $50'$ -cel délre mutatkozik az 5,1 magnitúdós  $\tau^2$  Arietistől.

**24P/Schaumasse.** Ezt a földközeli égitestek közé tartozó üstököst a francia Alexandre Schaumasse fedezte fel 1911. december 1-jén Nizzában. Az eleinte még 8 éves, mostanában inkább 8,2-8,3 éves keringési idejű vándor időnként jelentősebben megközelíti bolygónkat, 1952-ben egészen 6 magnitúdóig fényesedett. Az idei visszatérése során kedvezőtlenebb helyzetben lesz, így nem várható, hogy 10 magnitúdó fölé fényesedik.

24P/Schaumasse

Dátum	RA (h m s)	D ( $^\circ$ ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E ( $^\circ$ )	$m_v$ (m)
10.01.	09 03 57	+19 30 26	1,645	1,350	55	12,1
10.06.	09 24 13	+18 40 39	1,608	1,323	55	11,8
10.11.	09 44 40	+17 42 52	1,576	1,298	55	11,5
10.16.	10 05 14	+16 37 25	1,547	1,276	55	11,2
10.21.	10 25 47	+15 24 54	1,523	1,256	55	10,9
10.26.	10 46 14	+14 06 08	1,503	1,240	55	10,7
10.31.	11 06 31	+12 42 02	1,487	1,226	55	10,5
11.05.	11 26 32	+11 13 43	1,475	1,216	55	10,3
11.10.	11 46 13	+09 42 20	1,467	1,210	55	10,2

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
11.15.	12 05 31	+08 09 07	1,462	1,207	55	10,2
11.20.	12 24 23	+06 35 20	1,460	1,207	55	10,2
11.25.	12 42 46	+05 02 08	1,461	1,211	55	10,2
11.30.	13 00 37	+03 30 35	1,463	1,219	56	10,3
12.05.	13 17 56	+02 01 34	1,467	1,230	56	10,5
12.10.	13 34 41	+00 35 53	1,472	1,244	57	10,7
12.15.	13 50 52	-00 45 50	1,478	1,261	58	10,9
12.20.	14 06 28	-02 03 03	1,485	1,282	58	11,1
12.25.	14 21 27	-03 15 24	1,491	1,305	60	11,4
12.30.	14 35 50	-04 22 41	1,497	1,330	61	11,7

A november 16-i perihéliuma ( $q = 1,206$  CSE) felé közeledő üstökös bolygónkhoz is egyre közelebb kerül, így gyors fényesedését láthatjuk a hajnali égen 12 és 10,5 magnitúdó között. A Cancer, majd a Leo csillagképben délkeletnek tartó vándor 13-án hajnalban egy 13 magnitúdós galaxisokból álló csoporttól 50'-cel északnyugatra fotózható, 16-án a 3,5 magnitúdós  $\eta$  Leonistól 25'-cel délnyugatra kereshetjük, míg 26-án hajnalban a 4,5 magnitúdós 52 Leonis és számos halványabb galaxis szomszédságában láthatjuk. Fotografikus észlelők számára lehet érdekes a hónap utolsó hajnala, amikor 1°-kal északra lesz a várhatóan 16-17 magnitúdós 74P/Smirnova–Chernykh-üstököstől.

**62P/Tsuchinshan.** A kínai Purple Mountain Obszervatóriumban fedezték fel 1965. január 1-jén, ám a felfedezők nevét – megfelelően Kína akkori politikai irányvonalának – nem közölték. A mai napig nem tudjuk, ki volt az égitest megtalálója, bár az üstökös nevét valószínűleg akkor sem változtatnák meg, ha ez kiderülne. Korábban azért nem fedezték fel, mert perihéliumtávolsága 0,6 CSE-vel nagyobb volt, amely azóta további 0,1 CSE-vel csökkent. Ennek eredményeként 1998-ban és 2004-ben is 12-12,5 magnitúdóig fényesedett, amit kis szerencsével idén is megismételhet.

#### 62P/Tsuchinshan

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
10.01.	08 25 33	+18 41 28	1,620	1,477	64	13,3
10.06.	08 43 00	+18 10 18	1,580	1,459	64	13,1
10.11.	09 00 32	+17 34 06	1,543	1,442	65	12,9
10.16.	09 18 05	+16 53 09	1,508	1,428	66	12,8
10.21.	09 35 36	+16 07 53	1,476	1,415	67	12,6
10.26.	09 53 02	+15 18 47	1,446	1,404	67	12,5
10.31.	10 10 19	+14 26 24	1,418	1,396	68	12,4
11.05.	10 27 25	+13 31 22	1,393	1,390	69	12,3
11.10.	10 44 18	+12 34 20	1,369	1,386	70	12,2
11.15.	11 00 53	+11 36 04	1,348	1,384	71	12,2
11.20.	11 17 09	+10 37 18	1,328	1,384	72	12,1
11.25.	11 33 02	+09 38 50	1,310	1,387	73	12,1
11.30.	11 48 29	+08 41 21	1,293	1,393	74	12,2
12.05.	12 03 30	+07 45 33	1,277	1,400	75	12,2

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
12.10.	12 18 02	+06 52 03	1,262	1,410	77	12,2
12.15.	12 32 03	+06 01 29	1,248	1,421	78	12,3
12.20.	12 45 30	+05 14 25	1,233	1,435	80	12,4
12.25.	12 58 20	+04 31 19	1,220	1,451	82	12,5
12.30.	13 10 32	+03 52 34	1,206	1,468	84	12,6

Ebben a hónapban azonban még csak közeledik és fényesedik, várhatóan 13 és 12,5 magnitúdó között, miközben kelet felé halad a Cancer, majd a Leo csillagképben. Érdekessége, hogy a hónap elején nagyjából 9°-ra lesz a 24P/Schaumasse üstököstől, amellyel egyébként egy napon kerül perihéliumba is. A hónap első hajnalán 22'-cel keletre fotózhatjuk az NGC 2581–IC 2351 14 magnitúdós galaxispárostól, 5-én másfél fokkal délre halad el a Praesepe halmaztól (M44), 6-án pedig negyed fokkal nyugatra látszik a 3,9 magnitúdós  $\delta$  Cancritól. Egy nappal később már fél fokkal keletre lesz tőle, miközben az IC-ben szereplő halvány galaxisok csoportjától 20'-cel északra látható.

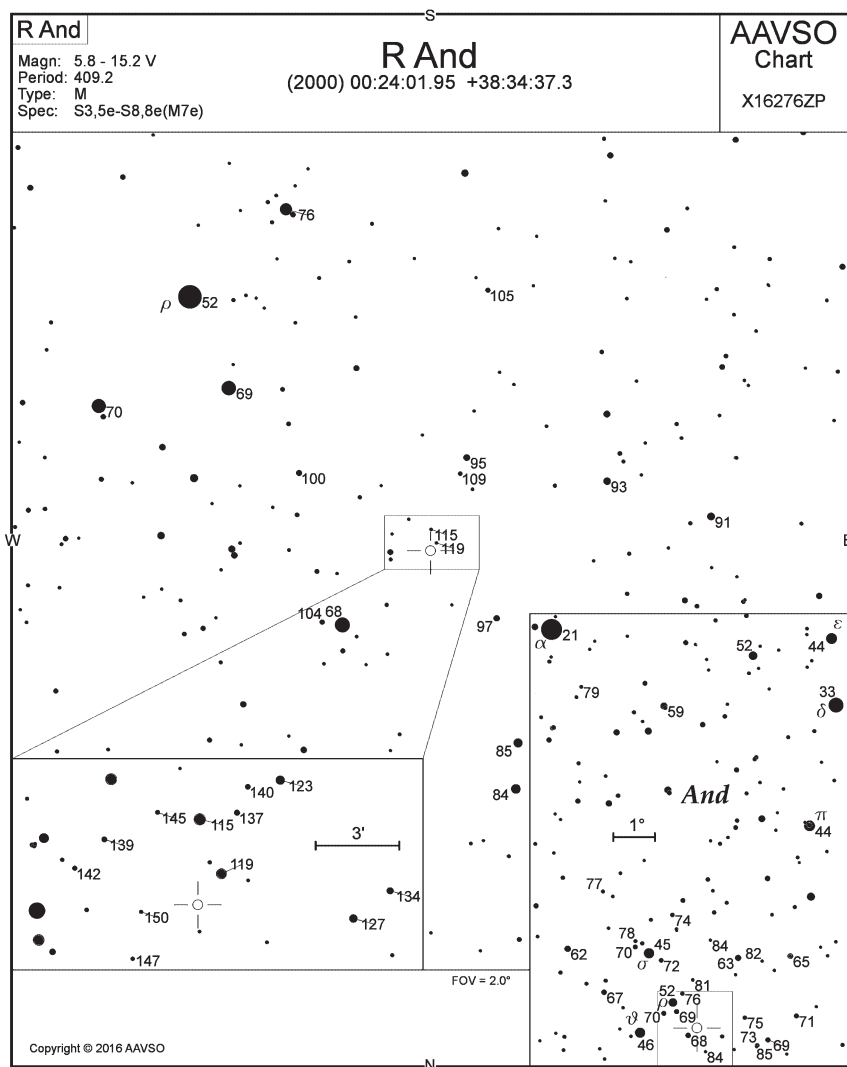
**213P/Van Ness.** A 12,5–13 magnitúdó között halványuló üstökös előretartó mozgást végez a Sagittarius, majd a Capricornus csillagkép mélyég-objektumokban és fényes csillagokban szegény területein. Mivel 2011-es visszatérésekor több leszakadt fragmentumot is azonosítottak csövájában, érdemes digitális képrögzítéssel is követni, ám a darabok halványsága miatt sok expozíció, majd a képek mozgásirányú összeadása vezethet eredményre.

**217P/LINEAR.** A júliusi napközelségétől távolodó, 12,5–13 magnitúdó között halványodó üstökös a hajnali égen látható, ahogy kelet felé átszeli a téli Tejút sávját. Az Orion csillagképből indulva a Monoceros és a Gemini érintésével a Canis Minorig jut. Csillagokban gazdag környezetben haladva a hónap első felében a Monoceros északnyugati sarkában található kódkomplexumtól északra halad el, remek témát kínálva asztrofotósok számára.

## Egy különleges színeképosztályú mira: az R Andromedae

A kis és közepes kezdeti tömegű csillagok (körülbelül 0,5–5  $M_{\odot}$  között) fejlődésük során kétszer válnak vörös óriáscsillaggá. Amikor a fősorozati csillagok magjában kezd elfogyni a hidrogén, az energiatermelés kikerül a héliumból álló magot övező hidrogénhéjba. Ezen héjégetés során a felszabaduló sugárzási teljesítmény több nagyságrenddel megnő, aminek eredményeképpen a csillag a vörös óriáságra (RGB) kerül, ahol az egyre alacsonyabb hőmérsékletek és egyre nagyobb luminozitások felé fejlődik. Egy adott határluminozitást elérve a megnövekedett tömegű héliummagban „begyulladnak” a termonukleáris reakciók. Ezután a csillag újra elkezd felfúvódni, fejlődése pedig átkerül az aszimptotikus óriáságra (AGB), ahol a nagy amplitúdójú pulzációk mellett erős tömegvesztési folyamatok is beindulnak. Az ilyen csillagokból kerülnek ki a markáns fényváltozású mirák, illetve a kevésbé szélsőséges változású félszabályos változócsillagok. Ezekben a csillagokban az energiatermelés a szénből és oxigénből álló magot övező hidrogén- és héliumhéjakban történik, amelyek időbeli instabilitásairól éppen a csillagpulzáció adhat hírt.

Az S színeképtípusú csillagok az oxigénben gazdag M, valamint a széncsillagok között képeznek átmenetet. A Harvard-féle spektrálklasszifikációs rendszerben ezen színeképosztály csillagainak felszíni hőmérséklete a legalacsonyabb (3000–2000 K). Ne-



vüket a belsejükben lejátszódó, úgynevezett s-folyamatról kapták, ugyanis ezekben a csillagokban nagy számban vannak jelen az s-folyamat végtermékei. Maga a folyamat egy szabad neutron befogása és az ezt kísérő  $\beta$ -bomlás (a neutron egy protonra és elektronnra bomlik), aminek következtében eggyel nagyobb rendszámú elem keletkezik. Az

s-folyamat a vasnál nagyobb rendszámú elemek kialakulásának egyik lehetséges mechanizmusa. Az S színképosztályba sorolt csillagok színképük alapján az M típusú csillagokhoz hasonlítanak, de spektrumukban igen jellegzetesek a ZrO, YO és LaO molekulaszávok, valamint a Zr, Mo, Ba, Tc és egyes ritkaföldfémek vonalai. Minden ismert S típusú csillag óriás vagy szuperóriás – ilyen például a nagyon sok mirát tartalmazó őszi csillagkép elsőként felfedezett változója, az R Andromedae is.

A hosszú, mintegy 410 nap periódusú csillag – osztályára jellemző módon – széles határok között, kaotikusan változtatja fényességét, amely maximumban akár a 6 magnitúdót is meghaladhatja, nemritkán viszont a 8 magnitúdót sem éri el. Minimuma igazi nagytávcsöves kihívás, többnyire 15 magnitúdó alatt következik be. Hatalmas, 9 magnitúdós amplitúdója miatt azonban bármely távcsőfípussal kiváló észlelési célpontot jelenthet.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
10 3	21	36	17	be	146589 NSV 26046	7,4	96 +	35	67 É	38	+1,1	+1,1
10 3	22	41	17	be	3421 $\chi$ Aqr	4,9	96 +	31	58 D	93	+1,7	-0,9
10 7	2	20	48	ki	110268	7,4	98 -	37	54 É	302	+1,6	-3,0
10 10	0	8	58	ki	729	7,1	77 -	50	70 É	286	+1,5	+0,4
10 10	1	41	40	ki	94187	7,2	77 -	59	17 D	194	+0,7	+4,6
10 10	23	20	21	ki	94883 NSV 16684	7,8	67 -	35	86 D	266	+0,7	+1,4
10 10	23	59	52	ki	94927	7,0	67 -	41	24 D	205	+0,2	+3,6
10 11	0	2	52	ki	886	6,8	67 -	41	57 D	238	+0,7	+2,1
10 11	1	48	60	ki	X 7838	8,0	66 -	56	75 É	286	+1,6	+0,1
10 12	3	28	47	ki	1060	7,3	54 -	60	64 É	302	+1,7	-1,0
10 12	22	58	20	ki	97268	6,9	44 -	12	80 É	290	+0,1	+0,9
10 13	1	38	43	ki	1192	7,3	43 -	38	87 D	278	+0,9	+1,0
10 13	1	39	25	ki	97360	7,9	43 -	38	56 D	247	+0,7	+2,0
10 14	0	55	3	ki	1324 52 Cnc	7,4	33 -	20	77 D	272	+0,3	+1,3
10 14	3	18	32	ki	98236	8,0	32 -	43	52 D	248	+1,1	+2,1
10 14	4	1	54	ki	1337 $\alpha^2$ Cnc	5,7	31 -	48	31 D	227	+1,5	+3,5
10 15	2	36	35	ki	1449 23 Leo	6,5	22 -	26	37 É	343	+0,9	-2,1
10 25	17	2	1	be	186969	8,0	29 +	17	44 É	39	+1,1	+0,4
10 28	19	30	5	be	3091	6,7	58 +	20	72 D	90	+1,6	-1,0

### Évfordulók

#### 50 éve hunyt el Ejnar Hertzsprung

*Ejnar Hertzsprung* (Frederiksberg, 1873. október 10. – Roskilde, 1967. október 21.) holland csillagász, a Hertzsprung–Russell-diagram és a Hertzsprung–űr névadója Koppenhágában végezte vegyészmérnöki tanulmányait, majd a szentpétervári székhelyű dán Hoffding cég alkalmazásába került. Testvére halála után költözött vissza Koppen-

hágába édesanyjához, és fotográfiai alkalmazások területén kezd dolgozni a Koppenhágai Obszervatórium és az Uránia magáncsillagvizsgáló munkatársaként.

1905-ben és 1907-ben jelenteti meg a csillagok sugárzásával foglalkozó művét. E cikkében saját színméresei és katalógusokból vett sajátmozgás-távolságok alapján mutatja ki, hogy a csillagoknak két csoportja figyelhető meg az égen: az óriás típusú csillagok luminozitása sokszorta meghaladja a törpe csillagokét. A különbség a leghidegebb csillagoknál a legnyilvánvalóbb. E megfigyelést *Henry Norris Russell* is megerősítette egy évvel később, saját hőmérséklet- és távolságadatai alapján.

Munkája hatására *Karl Schwarzschild*, a göttingeni obszervatórium igazgatója 1909-ben magához hívta, majd még ugyanabban az évben mindketten Potsdamba költöztek. Innen Leidenbe került *Willem de Sitter* igazgatóhelyetteseként, majd igazgatóként – utóda e beosztásban *Jan Oort* lett. Megfigyelései során Hertzsprung kimutatta, hogy a Polaris cefeida változó. Elvégezte az északi ég csillagainak fényesség- és hőmérsékletméréseit 5 magnitúdó határfényességig. Ezt sajátmozgás-adatokkal összevetve kimutatta, hogy a fényes csillagok vörös és kék csoportja között egy úr található a hőmérséklet-luminozitás diagramon. A Hertzsprung-úr oka a nagy tömegű csillagok gyors fejlődése a szubóriás ágon, ami miatt ezek a csillagok nagyon gyorsan áthaladnak a két csoport között.

1930-ban Dél-Afrikába utazott változócsillagok mérése céljából. Itt fedezte föl az első flercsillagot (DH Carinae). A cefeida csillagok vizsgálatával kimutatta, hogy a leszálló ágon megfigyelhető dudor fázisa a csillag fizikai jellemzőivel jól korrelál és jó tömegindikátor. Asztrometriai munkássága nagyban hozzájárult a galaktikus pólusok pontos meghatározásához.

Munkájának elismeréseként Utrechtben, Koppenhágában és Párizsban díszdoktorrá választották, elnyerte a Bruce-érmet és az angol Királyi Csillagászati Társaság aranyérmét, valamint a Koppenhága városa által adományozott Olaf Römer-érmet.

### 150 éve hunyt el William Parsons

*William Parsons* (York, 1800. június 17. – Monkstown, 1867. október 31.), Rosse harmadik grófja, mérnök, tudós, csillagász volt. Ő készítette kora legnagyobb teleszkópját, és fedezte fel a spirálgalaxisok karjait. A fényképezés is vonzotta, az Ír Fényképezési Társaság alapító tagja.

Az angol eredetű Parsons család a 16. században költözött Írországba, ahol jelentős politikai szerepet töltött be. William Parsons a dublini Trinity College és az oxfordi Magdalen College képzésein vett részt, matematikából szerzett diplomát. Fiatalon,







1823-tól az angol parlamentben lett ír képviselő. A következő évben tagjává választotta az Astronomical Society, ahol *John Herschel* is megismerkedett. Itt ismerte föl, hogy a csillagászati ismeretek szerzésének nagy korlátja, hogy az elérhető távcsövek fénygyűjtő kapacitása nem elég nagy, és elhatározta, hogy a meglévőknél sokkal nagyobb távcsövet fog építeni.

Birtokán létrehozott egy műhelyt, ahol a leendő távcsőépítő munkások megszerzhették a munka magas színvonalú elvégzéséhez szükséges ismereteket. Eredetileg mozaiktükrös rendszerben gondolkodott, de a gyakorlati nehézségek miatt végül monolit rendszer mellett döntött. 1839-ben készült el az első, 36 hüvelykes, 1250 kg tömegű fémtükör. A sikeres próbázás után eredeti célja, a hat láb (körülbelül 1,8 m) átmérőjű távcső megépítése

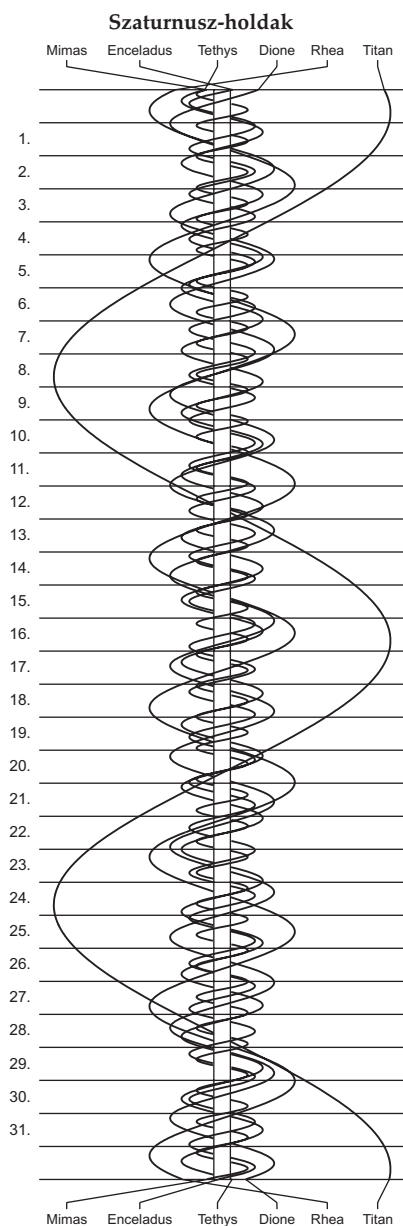
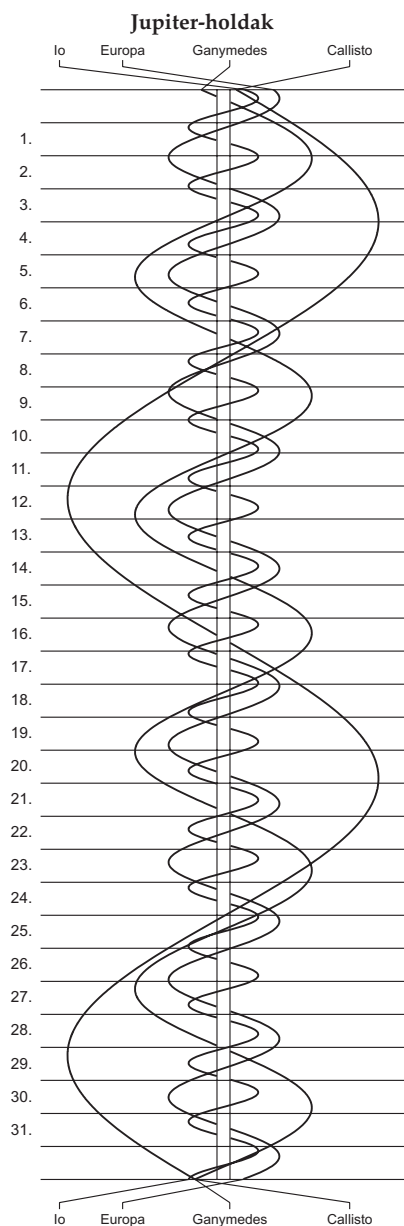
sébe fogtak. A főtükör 1842-ben készült el, több mint 3 tonnát nyomott, a távcsőprojekt teljes költsége 20 000 és 30 000 font sterling közé esett.

A távcsőóriást – amely a Leviathan nevet kapta – 1845-ben avatták fel. 1845 áprilisában vette szemügyre Parsons a Messier 51 galaxist, amelyben spirál alakban tekerőző mintázatot figyelt meg. Mivel a mintázat mögött valamiféle forgást sejtett, az Örvénykőd nevet adta a galaxisnak. Később számos további galaxisban ismerte fel a spirálszerkezetet.

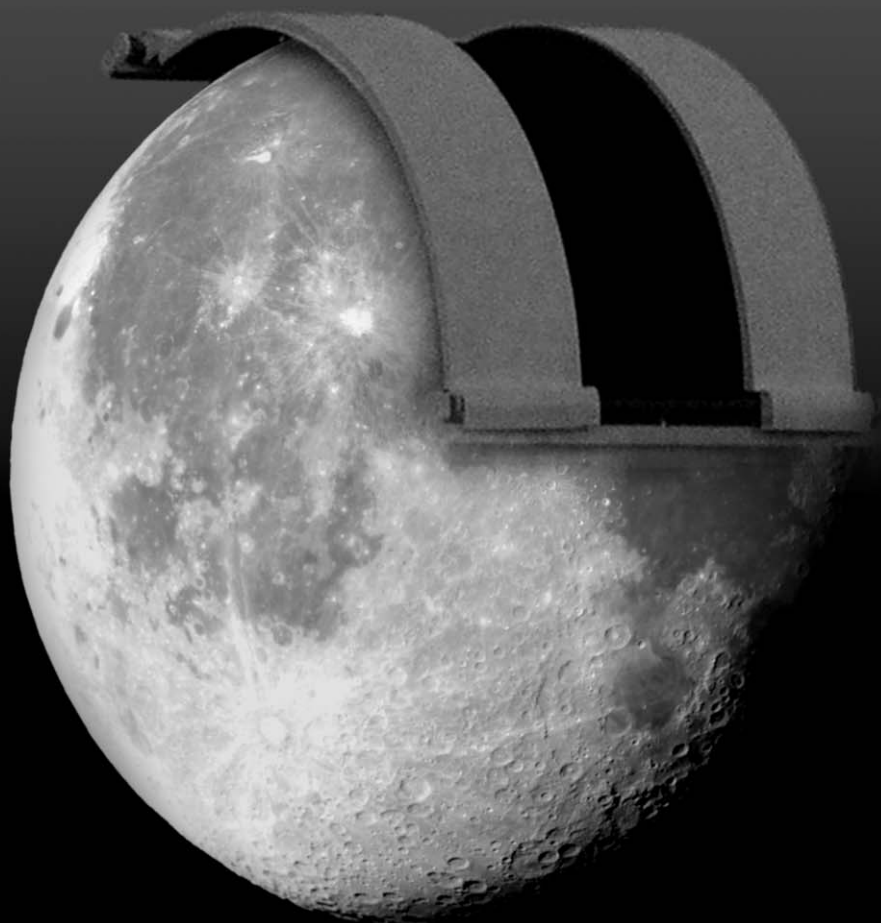
A megfigyelések hamarosan abbamaradtak. Az 1845-ös év természeti katasztrófái több éven át tartó éhínséget hoztak a vidékre, és a gróf a gazdaság helyreállításával volt elfoglalva. 1848 után kezdhették el ismét csillagászattal is foglalkozni, ekkor az észlelmunka nagy részét már asszisztenseire bízta.

Rosse grófja a Royal Society elnöke volt 1848–1854 között. Elnyerte az Aranyérmet, a Szent Patrik Lovagrend tagságát és a Becsületrendet. Tagja volt az ír és a szentpétervári akadémiának, Cambridge és Dublin egyeteme pedig díszdoktorrá választotta. Fiai közül *Laurence Parsons* folytatta a csillagászat művelését, *Charles Algernon Parsons* pedig műszaki területen jeleskedett – az ő nevéhez fűződik a gőzturbina feltalálása.

A Leviathant Rosse negyedik grófjának halála után leszerelték, alkatrészei múzeumba kerültek. A 20. század végén az egykori obszervatóriumot helyreállították. 1996 óta a csillagászatörténeti jelentőségű műszer ismét régi pompájában látható Birr kastélyában.



# **A B L A K A VILÁGEGYETEMRE**



 **Polaris Csillagvizsgáló**

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

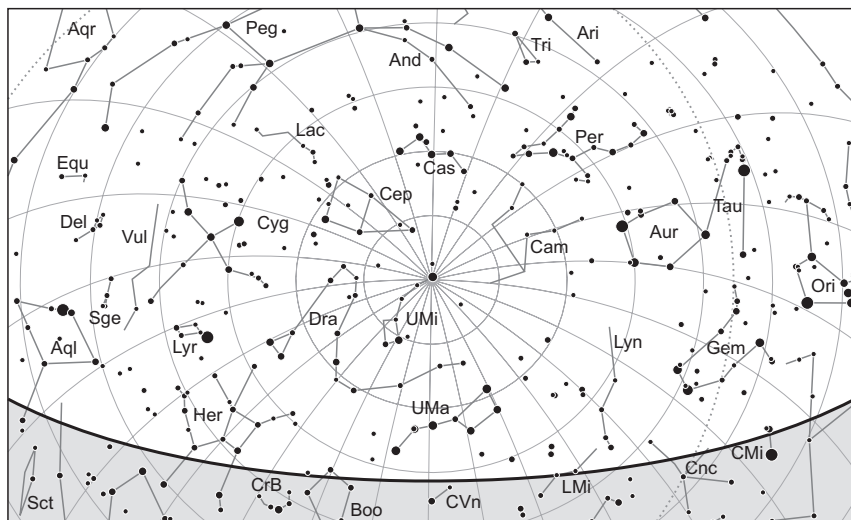
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. sz 305.	6 27	11 27	16 27	28,0	+16,5	15 28	21 33	2 38	○ 6 23
2. cs 306.	6 29	11 27	16 25	27,7	+16,5	15 57	22 24	3 50	
3. p 307.	6 30	11 27	16 24	27,3	+16,5	16 27	23 18	5 04	
4. sz 308.	6 32	11 27	16 22	27,0	+16,5	17 02	–	6 20	
5. v 309.	6 33	11 27	16 21	26,7	+16,5	17 42	0 14	7 37	
45. hét									
6. h 310.	6 35	11 27	16 19	26,4	+16,4	18 28	1 13	8 53	● 21 36
7. k 311.	6 36	11 27	16 18	26,1	+16,4	19 23	2 13	10 03	
8. sz 312.	6 38	11 27	16 17	25,9	+16,3	20 25	3 14	11 05	
9. cs 313.	6 39	11 27	16 15	25,6	+16,2	21 32	4 14	11 57	
10. p 314.	6 41	11 28	16 14	25,3	+16,2	22 42	5 11	12 41	
11. sz 315.	6 42	11 28	16 13	25,0	+16,0	23 51	6 05	13 18	● 12 42
12. v 316.	6 44	11 28	16 11	24,7	+15,9	–	6 56	13 49	
46. hét									
13. h 317.	6 45	11 28	16 10	24,5	+15,8	1 00	7 45	14 17	
14. k 318.	6 47	11 28	16 09	24,2	+15,6	2 08	8 31	14 44	
15. sz 319.	6 48	11 28	16 08	23,9	+15,5	3 13	9 16	15 09	● 18 03
16. cs 320.	6 50	11 28	16 07	23,7	+15,3	4 18	10 01	15 35	
17. p 321.	6 51	11 29	16 06	23,5	+15,1	5 22	10 46	16 03	
18. sz 322.	6 53	11 29	16 05	23,2	+14,9	6 24	11 31	16 33	
19. v 323.	6 54	11 29	16 04	23,0	+14,7	7 25	12 18	17 06	
47. hét									
20. h 324.	6 55	11 29	16 03	22,8	+14,5	8 22	13 05	17 45	● 18 03
21. k 325.	6 57	11 30	16 02	22,5	+14,2	9 16	13 52	18 28	
22. sz 326.	6 58	11 30	16 01	22,3	+14,0	10 05	14 40	19 17	
23. cs 327.	7 00	11 30	16 00	22,1	+13,7	10 49	15 28	20 10	
24. p 328.	7 01	11 30	15 59	21,9	+13,4	11 27	16 15	21 07	
25. sz 329.	7 02	11 31	15 59	21,7	+13,1	12 01	17 02	22 08	● 18 03
26. v 330.	7 04	11 31	15 58	21,5	+12,8	12 32	17 48	23 11	
48. hét									
27. h 331.	7 05	11 31	15 57	21,3	+12,5	13 00	18 34	–	
28. k 332.	7 06	11 32	15 57	21,2	+12,1	13 28	19 22	0 17	
29. sz 333.	7 08	11 32	15 56	21,0	+11,8	13 55	20 10	1 26	
30. cs 334.	7 09	11 32	15 56	20,8	+11,4	14 24	21 01	2 37	

## november

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 059	2 41 54	<i>Mindenszentek</i> ; Marianna, Benigna
2.	2 458 060	2 45 50	Achilles, Viktor
3.	2 458 061	2 49 47	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 458 062	2 53 43	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 458 063	2 57 40	Imre
6.	2 458 064	3 01 37	Lénárd
7.	2 458 065	3 05 33	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 458 066	3 09 30	Zsombor, Kolos
9.	2 458 067	3 13 26	Tivadar, Tihamér
10.	2 458 068	3 17 23	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 458 069	3 21 19	Márton, Martin
12.	2 458 070	3 25 16	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 458 071	3 29 12	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 458 072	3 33 09	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 458 073	3 37 06	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 458 074	3 41 02	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 458 075	3 44 59	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 458 076	3 48 55	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 458 077	3 52 52	Erzsébet
20.	2 458 078	3 56 48	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 458 079	4 00 45	Olivér, Amália, Mária
22.	2 458 080	4 04 41	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 458 081	4 08 38	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 458 082	4 12 35	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 458 083	4 16 31	Katalin, Karina, Katarina, Katika, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 458 084	4 20 28	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 458 085	4 24 24	Virgil, Jakab
28.	2 458 086	4 28 21	Stefánia, Jakab
29.	2 458 087	4 32 17	Taksony
30.	2 458 088	4 36 14	András, Andor, Amália, Endre





*Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

## Dátum Időpont Esemény

11.01.	21:56	a 92,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 2' 48"-cel északnyugatra látható a 14 Cet (5, <sup>9m</sup> )
11.01.	22:36	a Hold mögé belép a 13 Ceti (6,6 <sup>m</sup> , 93%-os, növekvő holdfázis)
11.02.	3:52	a Hold maximális librációja (l = -5,94°, b = +5,14°, 94,2%-os, növekvő holdfázis)
11.03.	6:12	a (44) Nysa kisbolygó oppozícióban (9,6 <sup>m</sup> , Cet csillagkép)
11.03.	22:52	a 99,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 7' 57"-cel délkeletre látható a ξ Cet (4,3 <sup>m</sup> )
11.04.	5:23	telehold (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 32' 50")
11.05.	1:17	a 98,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 9' 24"-cel délre látható az 5 Tau (4,1 <sup>m</sup> )
11.05.	18:04	a Hold mögül kilép a 48 Tauri (6,3 <sup>m</sup> , 96%-os, csökkenő holdfázis)
11.05.	18:52	a Hold mögé belép a γ Tauri (3,7 <sup>m</sup> , 96%-os, csökkenő holdfázis)
11.05.	19:40	a 96,4%-os, csökkenő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmazban látható a következő órákban
11.05.	23:26	a 95,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 9' 47"-cel délre látható a θ <sup>1</sup> Tau (3,8 <sup>m</sup> )
11.06.	0:12	a Hold mögül kilép a 75 Tauri (5,0 <sup>m</sup> , 95%-os, csökkenő holdfázis)
11.06.	0:18	a Hold földközelpén (földtávolság 361 420 km, látszó átmérő: 33' 3,7", 95%-os, csökkenő holdfázis)

**Dátum Időpont Esemény**

- 11.06. 3:29 a Hold súrolva fedi az Aldebarant a déli pereme mentén ( $\alpha$  Tau,  $0,9^m$ , 95%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.06. 23:35 a Hold mögé belép az 115 Tauri ( $4,3^m$ , 89%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 00:49 UT-kor
- 11.07. 1:27 a Hold mögül kilép az 120 Tauri ( $5,7^m$ , 89%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.07. 16:27 a Szaturnuszról  $27' 40''$ -cel északra látható a 2 Sgr ( $6,2^m$ ) az esti szürkületben
- 11.08. 0:25 a Hold mögül kilép a 22 Geminorum ( $7,1^m$ , 80%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.08. 1:28 a Hold eléri legnagyobb deklinációját  $+19^\circ 51'$ -nél (80,0%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.08. 2:40 a Hold súrolva fedi a ZC 1025-öt az északi pereme mentén ( $7,3^m$ , 79%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.08. 3:53 a (17) Thetis ( $12,2^m$ ) és a (451) Patientia ( $11,1^m$ ) kisbolygók 8,2'-es közelsége a Bika csillagképben
- 11.08. 13:24 a Hold minimális librációja ( $l = +3,96^\circ$ ,  $b = +3,64^\circ$ , 75,1%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.09. 4:18 a Hold mögé belép a 81 Geminorum ( $4,9^m$ , 69%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.10. 20:36 utolsó negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője  $31' 52''$ )
- 11.11. 0:58 a 48,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől  $5' 10''$ -cel északra látható a 7 Leo ( $6,3^m$ )
- 11.11. 2:02 a 47,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől  $10' 14''$ -cel északra látható a 11 Leo ( $6,6^m$ )
- 11.12. 3:58 a Marstól  $38'$ -cel északra látható az NGC 4691 galaxis ( $11,1^m$ ) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 11.13. 1:24 a 27,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől  $3' 16''$ -cel délre látható a  $\sigma$  Leo ( $4,0^m$ )
- 11.13. 5:13 a Vénusz és a Jupiter  $17,7'$ -es közelsége a hajnali szürkületben, a Szűz csillagképben
- 11.13. 8:24 a Vénusz és a Jupiter legkisebb távolsága ( $15,7'$ ) a nappali égen,  $13,8^\circ$ -os elongációban a Naptól
- 11.15. 5:15 a Mars  $3,1^\circ$ -kal délnyugatra látható a 10,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben, a Szűz csillagképben
- 11.16. 1:14 a Hold maximális librációja ( $l = +5,19^\circ$ ,  $b = -6,03^\circ$ , 5,8%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.16. 5:17 a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a holdsarló együttállása a hajnali égbolton a Mérleg és a Szűz csillagképekben
- 11.17. 5:18 a Jupiter  $4,8^\circ$ -kal délnyugatra látható az 1,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
- 11.17. 5:18 a Vénusz  $3,3^\circ$ -kal délre látható az 1,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
- 11.17. 5:18 30 óra 24 perces holdsarló  $7,7^\circ$  magasan a reggeli égen (a Vénusztól  $3,3^\circ$ -kal északra, a Marstól  $26^\circ$ -kal keletre, a Jupitertől  $4,8^\circ$ -kal északkeletre)



**Dátum Időpont Esemény**

- 11.17. 16:00 A Leonidák meteorraj maximuma (ZHR = 15). A raj a késő esti óráktól jelentkezhet; az újhold nem zavarja az észlelőmunkát.
- 11.18. 2:00 a 24P/Schaumasse-üstökös 1'-cel délnyugatra látható az NGC 4235 galaxistól (11,6<sup>m</sup>) a Szűz csillagképben
- 11.18. 4:50 a Marstól 31'-cel délkeletre látható az NGC 4941 galaxis (11,1<sup>m</sup>) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 11.18. 11:42 újhold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29' 43")
- 11.19. 15:38 27 óra 56 perces holdsarló 3,5° magasan az esti égen (a Merkúrtól 11°-kal északnyugatra, a Szaturnusztól 17°-kal nyugatra)
- 11.20. 15:37 a Merkúr 6,2°-kal délre látható a 4,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kígyótartó csillagképben
- 11.20. 15:37 a Szaturnusz 5,3°-kal délkeletre látható a 4,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas/Kígyótartó csillagképekben
- 11.21. 19:03 a Hold földtávolban (földtávolság 406 155 km, látszó átmérő: 29' 25,2", 9,7%-os, növekvő holdfázis)
- 11.22. 2:06 a Hold eléri legkisebb deklinációját -19° 57'-nél (11,4%-os, növekvő holdfázis)
- 11.23. 1:22 a Hold minimális librációja (l = -2,62°, b = -3,05°, 17,8%-os, növekvő holdfázis)
- 11.24. 0:27 a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (22,0°, -0,4<sup>m</sup>, 6,6" átmérő, 63% fázis, Kígyótartó csillagkép)
- 11.24. 0:41 a Merkúr eléri legkisebb deklinációját -25° 46'-nél a Kígyótartó csillagképben
- 11.24. 17:39 a Hold súrolva fedi a ZC 3041-et a déli pereme mentén (6,2<sup>m</sup>, 31%-os, növekvő holdfázis)
- 11.25. 0:24 az (56) Melete kisbolygó (13,0<sup>m</sup>) elfedi az UCAC4-514-017886-ot (12,2<sup>m</sup>) az Orion csillagképben
- 11.25. 19:21 a (20) Massalia kisbolygó (9,1<sup>m</sup>) 2' 4"-cel északra látható a 141 Tau-tól (6,4<sup>m</sup>)
- 11.25. 20:28 a Hold mögé belép a 45 Capricorni (6,0<sup>m</sup>, 41%-os, növekvő holdfázis)
- 11.26. 17:03 első negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 30' 22")
- 11.26. 23:21 a (20) Massalia kisbolygó (9,0<sup>m</sup>) 53'-cel délre látható az NGC 2129 nyílthalmaztól (6,7<sup>m</sup>) az Ikrek csillagképben
- 11.27. 17:50 a 60,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6' 32"-cel északnyugatra látható a 92 Aqr (4,9<sup>m</sup>)
- 11.28. 9:15 a Merkúr dichotómiája (21,3°-os keleti elongáció, 7,3" látszó átmérő)
- 11.29. 15:31 a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 3,5°, -0,1<sup>m</sup>, fázisa 45%
- 11.29. 19:04 a Hold maximális librációja (l = -7,26°, b = +5,53°, 80,2%-os, növekvő holdfázis)
- 11.29. 20:18 a Hold mögé belép a 26 Ceti (6,1<sup>m</sup>, 80%-os, növekvő holdfázis)
- 11.29. 22:52 a Hold mögé belép a 29 Ceti (6,4<sup>m</sup>, 81%-os, növekvő holdfázis)
- 11.30. 0:26 a Hold mögé belép a 33 Ceti (6,0<sup>m</sup>, 82%-os, növekvő holdfázis)

## Novemberi együttállások

November 13-án a hajnali szürkületben figyelhetjük a Vénusz ( $-3,5^m$ ) és a Jupiter ( $-1,3^m$ ) nagyon szoros kettősét, a két bolygót ezen a hajnalon (05:13 UT) alig  $18''$  választja majd el. Megfigyelésükhöz nagyon tiszta ég és zavartalan keleti horizont szükséges, mivel a páros ekkor még csak  $5^\circ$  magasan tartózkodik.

November 15-én a hajnali órákban a Mars és a Hold vonja magára figyelmünket. A legszorosabb közelítéskor (05:15 UT)  $3^\circ$ -ra lesznek egymástól. A vörös bolygó 2 magnitúdós korongja  $4''$  kiterjedésű lesz, a fogyó Hold sarlója 10%-ban lesz megvilágítva. A jelzett időpontban  $25^\circ$  magasan lesz az égi páros. A horizont közelében a Jupiter és a Vénusz is észrevehető lesz. Másnap a 4,8%-os holdsarlót a Mars és a Jupiter között felúton találjuk. Vele egy magasságban dél felé körülbelül  $7^\circ$  távolságban kereshető a Spica is ( $\alpha$  Vir).

17-én a rendkívül keskeny, 1,7%-os holdsarló szép háromszöget képez a Vénusszal és a Jupiterrel, az alakzat oldalai  $3$ - $5^\circ$ -osak. Ennek a jelenségnek a megfigyeléséhez rendkívül jó átlátszóságra és tökéletes keleti horizontra lesz szükség.

## Hyadok-fedés november 5–6-án az Aldebaran súroló fedésével

Az őszi Aldebaran-fedések telihold környékén következnek be, hiszen ilyenkor a Taurus szemben áll a Nappal. Így a telihold erős fénye a Hyadok sok halvány tagját eltünteti az égről. Szerencsére van néhány szabad szemes csillag, amelyek fedése még ilyenkor is látható, nem is beszélve az Aldebaranról, amely a holdperem mellett nemcsak teliholdkor, de még fényes nappal is megfigyelhető. Ezen az éjszakán néhány óra alatt halad végig a halmazon. A 3,7 magnitúdós  $\gamma$  Taurit még 5-én este elfedi. A 96%-os, csökkenő Hold fényes peremén lép be a csillag 18:50 UT körül, majd 50 perccel később a sötét oldalon lép ki. A kilépésre a terminátor vonalától fél percre számítsunk.

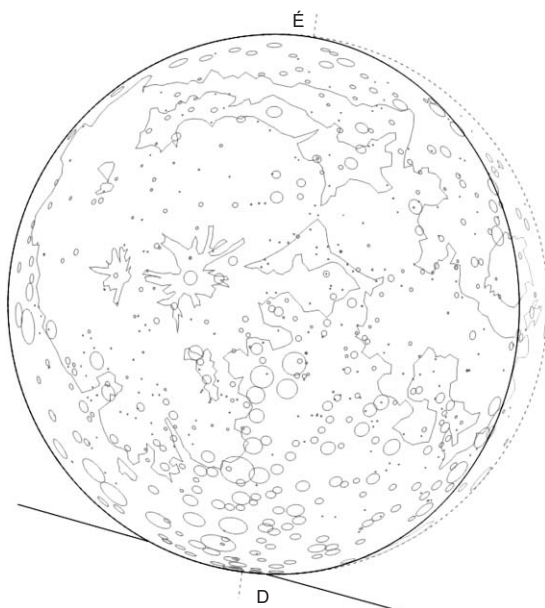
$\gamma$  Tauri be- és kilépése 2017. november 5–6-án

Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Sopron	18 51 26		18	-82S	102	19 40 59		26	42S	225
Szombathely	18 50 55		18	-81S	103	19 40 3		26	41S	224
Zalaegerszeg	18 50 35		18	-80S	104	19 39 15		26	40S	223
Győr	18 51 44		19	-81S	103	19 41 8		27	41S	224
Kaposvár	18 50 23		18	-78S	106	19 38 17		27	38S	221
Veszprém	18 51 12		19	-79S	104	19 39 53		27	39S	223
Tatabánya	18 51 42		19	-80S	104	19 40 54		27	40S	223
Pécs	18 50 14		19	-77S	107	19 37 42		27	36S	220
Székesfehérvár	18 51 29		19	-79S	105	19 40 10		27	39S	222
Szekszárd	18 50 42		19	-77S	107	19 38 20		27	37S	220
Paks	18 51 4		19	-77S	106	19 38 59		27	37S	220
Budapest	18 52 1		19	-79S	105	19 40 54		28	39S	222
Kecskemét	18 51 40		20	-77S	106	19 39 43		28	37S	220

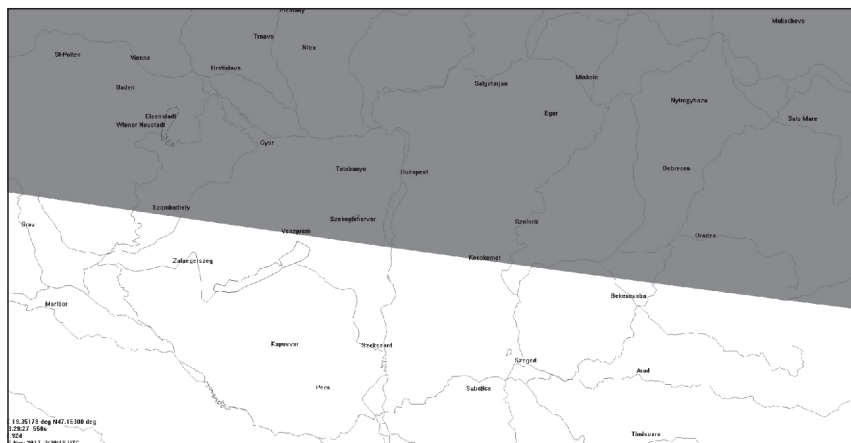
Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Salgótarján	18 52 59		20	-80S	104	19 42 20		28	39S	223
Szeged	18 51 10		20	-75S	108	19 38 16		28	35S	218
Miskolc	18 53 22		21	-79S	105	19 42 31		29	38S	222
Debrecen	18 53 9		21	-77S	107	19 41 23		30	36S	220
Nyíregyháza	18 53 39		22	-77S	106	19 42 20		30	37S	220

### Az Aldebaran hajnali súroló fedése november 6-án

Az Aldebaran februári súroló okkultációja után ismét hasonló jelenséget láthatunk november 6-án hajnalban. Ezúttal a csillag a Hold déli krátervidékén halad keresztül. Itt sokkal szabdaltabb a felszín, jóval több mély völgyet láthatunk, így több eltűnésre és előbukkanásra számíthatunk. A legtöbb jelenség az előre jelzett vonaltól 1-2 km-re délre állva figyelhető meg. A súroló fedés határvonala a Szombathely–Veszprém–Kecskemét vonalon halad. Ezúttal az ország északi részén élők láthatnak teljes fedést, a déli részen csak szoros közelség látszik. A holdperem közelsége ellenére Budapesten 16 percig fog a csillag a Hold mögött tartózkodni.

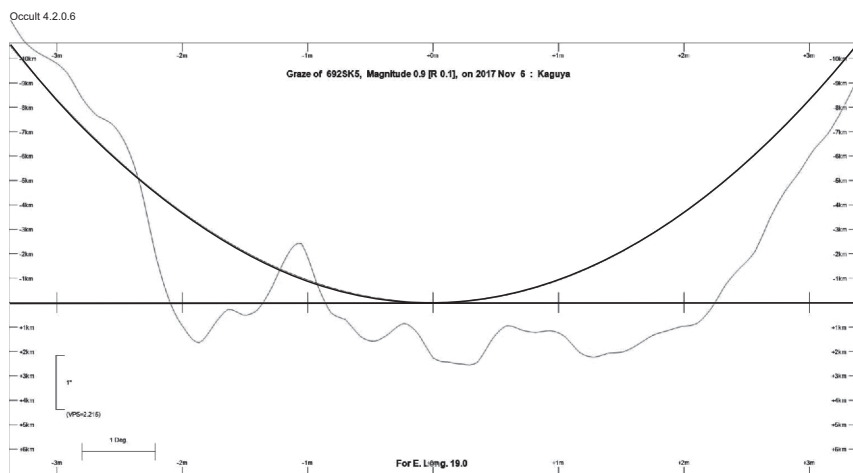


Az Aldebaran fedése Budapestről nézve a Hold déli peremén



*Az Aldebaran teljes fedését az ország északi részéről láthatjuk*

A súroló fedés vonalában állva több eltűnés és előbukkanás is megfigyelhető. (Az észleléssel és a jelenség fényképezésével kapcsolatos észlelési tanácsok a február 5-i jelenség leírásánál találhatók.) Mivel a csillag a fényes holdperemen fog végigvonulni (az elméleti terminátor csúcsától  $10^\circ$ -ra), ezért nagy nagyítást és órágépet használjunk. A 95% megvilágítottaságú, csökkenő fázisú Hold nagyjából  $40^\circ$  magasan lesz, így az ezüstös holdfelszín jó kontrasztot ad majd a narancsos csillaggal.



*Az Aldebaran súroló fedésének profilja*

Aldebaran súroló fedése 2017. november 6-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	3 17 49		43	-24S	159		3 33 43		41	3S	185	
Győr	3 18 29		43	-25S	158		3 35 32		40	4S	186	
Tatabánya	3 19 41		42	-23S	159		3 35 11		40	3S	185	
Székesfehérvár	3 23 56		42	-17S	165		3 32 47		40	-3S	179	
Budapest	3 20 43		42	-24S	159		3 36 37		39	3S	185	
Salgótarján	3 17 17		41	-31S	151		3 40 43		38	10S	193	
Miskolc	3 17 46		41	-32S	151		3 42 2		37	11S	194	
Debrecen	3 21 38		40	-27S	155		3 41 2		37	7S	189	
Nyíregyháza	3 19 16		40	-31S	151		3 42 52		36	11S	193	

Néhány nagyobb város távolsága a fedés határvonalától

Város	hossz. °	szél. °	távolság km	UT		
				h	m	s
Szombathely	16,6	47,2	2	3	26	19
Zalaegerszeg	16,9	46,9	38	3	26	35,1
Kaposvár	17,8	46,4	83	3	27	43,4
Veszprém	17,9	47,1	1	3	27	53,1
Pécs	18,2	46,1	110	3	28	16
Szekszárd	18,7	46,4	76	3	28	50,7
Paks	18,9	46,6	43	3	29	1,4
Kecskemét	19,7	46,9	3	3	30	0,4
Szeged	20,2	46,3	72	3	30	31,9

## Üstökösök

**C/2015 ER61 (PANSTARRS).** A hónap elején még 12 magnitúdós üstökös fényessége a hó végére eléri a 13 magnitúdót, így kikerül a közepes távcsövek hatóköréből. Az Aries csillagképben egész éjszaka megfigyelhető üstökös 8-án hajnalban 48'-re délre látható a 4,4 magnitúdós  $\delta$  Arietistől, 12-én hajnalban 14'-re délkeletre lesz a 6,3 magnitúdós 54 Arietistől, míg 24-én hajnalban 36'-re délkeletre kereshetjük a  $\rho^3$  Arietistől. A legutóbb 18900 éve itt járt üstökös érdekessége, hogy egy 2016. márciusi, 0,92 CSE-s Jupiter-közelség hatására következő visszatérésére csak 8800 évet kell várni.

**24P/Schaumasse.** A hónap közepén kerül napközbe 1,206 CSE-re csillagunktól, egy héttel később pedig eléri 1,460 CSE-s földközelségét is, így ebben a hónapban maximális, 10 magnitúdó körüli fényességnél észlelhetjük a Leo, majd a Virgo csillagképekben a hajnali égen. A hónap első hajnalán 1°-kal északkeletre fotózható a várhatóan 16-17 magnitúdós 74P/Smirnova-Chernykh-üstököstől, 4-én 1°-kal északra kereshető a

4,0 magnitúdós  $\iota$  Leonistól, 15-én 40'-cel délkeletre mutatkozik a 4,1 magnitúdós  $\delta$  Virginistól, 29-én pedig 28 ívperccel délnyugatra láthatjuk a 3,4 magnitúdós  $\delta$  Virginistól. A hónap második felében elhalad a Virgo-galaxishalmaz középpontja előtt, így számos fényes galaxis társaságában lehet megörököteni. A legfényesebb csillagváros a 10,5 magnitúdós NGC 4365 lesz, amelytől 20-án hajnalban 47'-cel délre halad el.

**62P/Tsuchinshan.** Akárcsak a 24P/Schaumasse, ez az üstökös is 16-án éri el napközelpontját ( $q = 1,384$  CSE), a hónap végén pedig – köszönhetően csökkenő földtávolságának – maximális, 12 magnitúdó körüli fényességét. A hajnali égen látszó kométát a Leo, a hónap végén pedig már a Virgo csillagképben láthatjuk, 2-án hajnalban 25'-cel északkeletre mutatkozik az 5,4 magnitúdós 37 Leonistól, 6-án pedig az 5,4 magnitúdós 46 Leonistól 50'-cel délre láthatjuk. Különösen szép fotótémának ígérkezik, amikor 10-én és 11-én áthalad az M95–M96–M105 galaxistrión. A hónap második felében előbb 22-én hajnalban 21'-cel délre láthatjuk a 4,1 magnitúdós  $\iota$  Virginistól, 23-án és 24-én pedig egy halvány galaxisokból álló csoporttól 50'-cel északra fotózhatjuk. A 24P/Schaumasse-üstököshöz hasonlóan ez a vándor is elhalad a nagyobb naptávolságban járó 74P/Smirnova–Chernykh mellett, de itt sokkal szorosabb lesz a közelítés, 24-én hajnalban 11'-re lesz egymástól a két égitest, valamint a környező egy-egy éjszakán is  $1^\circ$ -nál közelebb látszanak egymáshoz.

## Évfordulók

### 50 éve fedezték fel az első pulzárt

A csillagászatörténeti jelentőségű esemény kapcsán a pulzárokkal külön tanulmányban foglalkozunk (Barna Barnabás – Nagy Andrea – Ordasi András – Szalai Tamás – Vinkó József: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig – 50 éve fedezték fel az első pulzárt).

### 100 éves a Mt. Wilson Obszervatórium 2,5 méteres távcsöve

A Mount Wilson Obszervatórium a 20. század elején létesült *Georg Ellery Hale* kezdeményezésére. A kaliforniai Pasadena közelében, 1740 m magas hegycsúcson kialakított csillagvizsgáló különösen kedvező asztroklimájú, mert a hőmérsékleti inverziós réteg a csúcs alatt húzódik, emiatt a felhők és a nem túl távoli Los Angeles szennyezett levegője nem tud felhatolni az obszervatórium magasságáig.

Hogy az obszervatóriumot megfelelő műszerekkel is ellássa, a szervezőképességét tekintve szinte páratlan Hale előbb egy 1,5 méter átmérőjű reflektor elkészítéséhez szerzett támogatást. Ez a távcső 1908-tól közel egy évtizeden át a legnagyobb csillagászati műszer volt, és csak akkor szorult a második helyre, amikor 1917-ben ugyanitt működni kezdett a 2,5 méteres (100 hüvelykes) Hooker-távcső.

A maga korában óriástávcsőnek számító műszer ötlete is Hale fejében fogant, és a megépítéséhez szükséges anyagiakat is ő teremtetten elő. Maga a tükör *John Daggett Hooker* vasgyáros 45 000 dolláros adományából készült – cserében a távcsövet róla nevezték el. Bár a tükör öntését és csiszolását a francia Saint-Gobain cég már 1908-ban befejezte (tehát abban az évben, amikor a másfél méteres távcsővel az első észleléseket végezték), a távcső és a kupola csak lassan készült el, részben az időközben kitört világháború miatt. A Hooker-távcső végül 1917 novemberében kezdett működni, és közel három évtizeden át (a Palomar-hegyi 5 m-es teleszkóp üzembe helyezéséig) ez maradt a legnagyobb csillagászati távcső.



*Teherautón szállítják a 2,5 méteres tükröt a Wilson-hegyre*

A 2,5 méteres reflektorral végzett megfigyelések hatására gyökeresen megváltozott a csillagászat. Olyan eredmények fémjelzik a Hooker-teleszkóp működésének első évtizedeit, mint *Edwin Hubble* meggyőző erejű bizonyítéka arra vonatkozóan, hogy az Andromeda-köd nem a Tejútrendszer része, hanem maga is galaxis (1923); *Hubble* és *Milton Humason* felfedezése, amely szerint az Univerzum tágul, ugyanők meg is határozták a tágulás mértékét (1929); a sötét anyag léte utaló első megfigyelési bizonyítékot *Fritz Zwicky* találta egy galaxishalmaz tagjainak mozgása alapján (1930-as évek); *Walter Baade* pedig ezzel a távcsővel észlelve jött rá arra, hogy kétféle csillagpopuláció létezik, ami az addig elfogadott extragalaktikus távolságok megkétszerezéséhez is vezetett (az észleléseket a II. világháború idején végezte, amikor Los Angelesben elsőtétítés volt érvényben, és emiatt átmenetileg javult a távcső határmagnitúdója).

A technikai fejlődés következtében az 1980-as évektől ez a távcső már csak egy volt a közepes méretű optikai teleszkópok közül, és 1989-ben be is szüntették a használatát. Később azonban adaptív optikával látták el a távcső optikai rendszerét, és az egykor világrekorder teleszkópot újra használni kezdték. Újabb átalakítások után 2015-től a nagyközönségé a távcső használati joga, az észlelési idő azonban nem olcsó: 5000 dollár egy éjszakára.

### 100 éve született Kolbenheyer Tibor

*Kolbenheyer Tibor* (Rimaszombat, 1917. szeptember 12. – Kassa, 1993. március 9.) geofizikusként szerzett nemzetközi hírnevet, de fiatalon a csillagászat területén végzett kutatásokat. Középiskolai tanulmányait Losoncon végezte. 1935-től 1938-ig a prágai Károly Egyetemen, majd 1938-tól a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen tanult fizikát, csillagászatot és matematikát. Doktori oklevelét 1941-ben szerezte meg. 1941–1942-ben majd 1944-től 1947-ig a Svábhegyi Csillagvizsgáló munkatársa volt, eközben 1942 és 1945 között a Magyar–Amerikai Olajipari Rt. gravitációs méréseket végző kaposvári csoportjában tevékenykedett geofizikusként. 1947-ben visszatért Csehszlovákiába, ahol 1951-ig a Szlovák

Földtani Intézetben dolgozott, majd 1951–1952-ben az Ércutató Intézet munkatársa volt. 1952-től geofizikai előadásokat tartott a Comenius Egyetemen, valamint részt vett a Kassai Műszaki Egyetem alapításának szervezésében. Az 1953/1954-es tanévben a műegyetem dékáni, 1955-től 1963-ig rektori tisztségét töltötte be. Eközben 1953-ban Pozsonyban megalapította a Szlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Kutatóintézetét, amelynek munkáját 1962-ig igazgatóként irányította. 1966-tól a szintén kassai Pavol Jozef Šafárik Egyetem elméleti fizikai és geofizikai tanszékének professzora volt, 1969–1972 között pedig az intézmény dékáni feladatait is ellátta.

Tudományos munkássága elején az asztrofizika vonzotta, doktori disszertációját a galaktikus csillaghalmazok egyensúlyi állapotáról írta, emellett a kisbolygók és az üstökösök dinamikájával is foglalkozott. Ekkoriban ismeretterjesztő cikkei jelentek meg a Csillagászati Lapokban. Az 1940-es évek végétől kizárólag geofizikával foglalkozott, főként a gravitációs anomáliákat vizsgálta, és kiterjedt graviméteres kutatásokat végzett Dél-Szlovákiában. Gravitációs kutatásait geoelektromos módszerekkel ötvözve sikerrel kutatott fel a föld mélyében rejlő, hasznosítható nyersanyagkészleteket. Munkásságával jelentősen hozzájárult az intézményes keretek között folyó szlovákiai geofizikai kutatások megteremtéséhez.

Szakmai érdemei elismeréseként 1956-ban a Szlovák, majd 1960-ban a Csehszlovák Tudományos Akadémia tagja lett. 1979-ben a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagjai közé választotta.

Az 1946-ban alapított Magyar Csillagászati Egyesület indulásánál is szerepet vállalt, mind a szervezet vezetésében, mind pedig az egyesületi kiadványok szerkesztésében. Legismertebb magyar nyelvű műve a Kulin Györggyel közösen írt Csillagászat az atom korszakában (Fővárosi Könyvkiadó, Budapest, 1946).



### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
27	4:41,2	Io	fk
28	4: 2,4	Io	áv
	4:34,6	Io	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

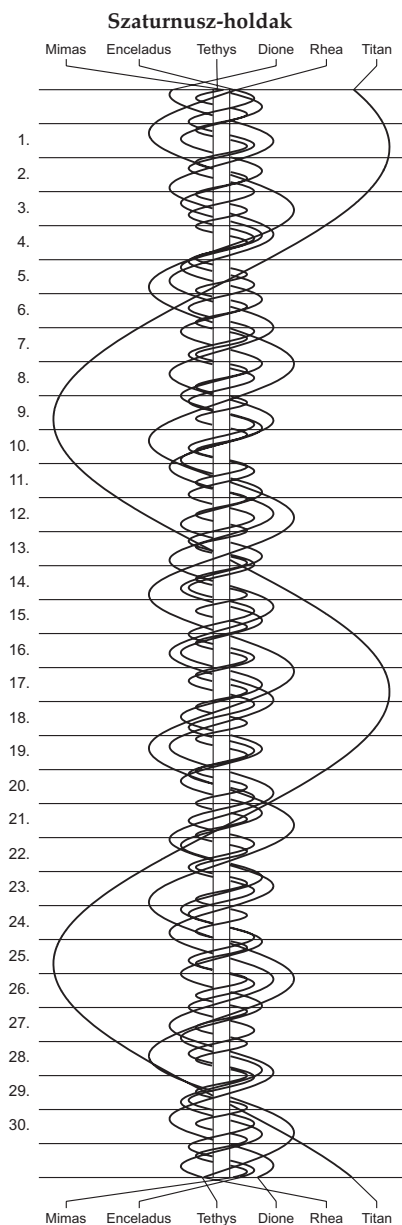
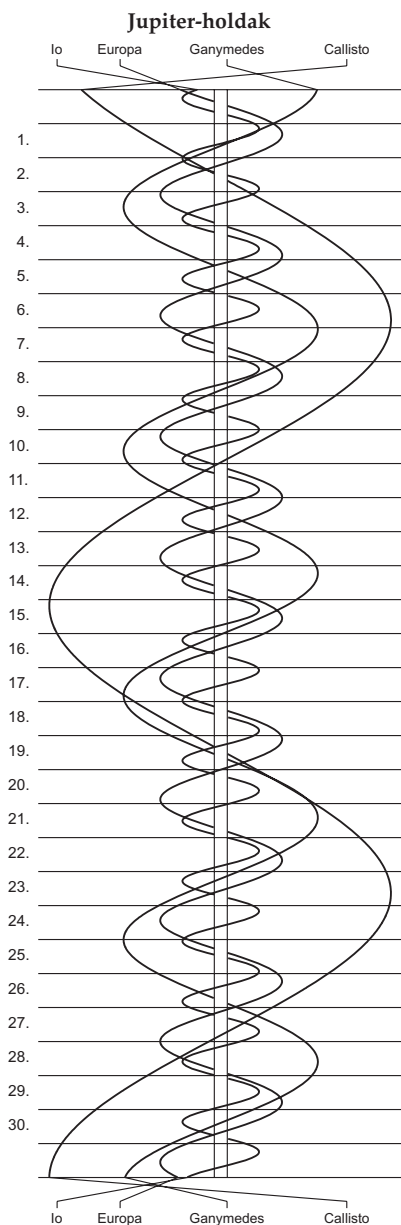
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





## KÉPMELLÉKLET

### I–II. oldal

Az első két oldalon található, a bolygók kelését és nyugvását bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, továbbá a belső és külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Naptól való kitérés mértéke).

### III. oldal

A nem hivatalosan Tartarus Dorsa nevű hegyvidék 530 km-es részlete. A kiemelkedés sárgásbarna árnyalatú részein furcsa, elnyúlt alakzatokból álló sűrű mintázat látszik, amelynek eredete még nem tisztázott (NASA, JPL, JHUAPL).

### IV. oldal

Felül: Közel 100 méter átmérőjű és körülbelül tíz méter mély mélyedések a fiatal, becsapódásos kráterekeket alig tartalmazó felszínen (NASA, JPL, JHUAPL).

Alul: A Wright Mons és környéke optikai fényképe (balra), valamint a Wright és Picard Mons szín-magasság ábrázolású térképe (jobbra), amelyen a kék a mélyebb, a sárga majd vörös a magasabb területeket jelzi.

### V. oldal

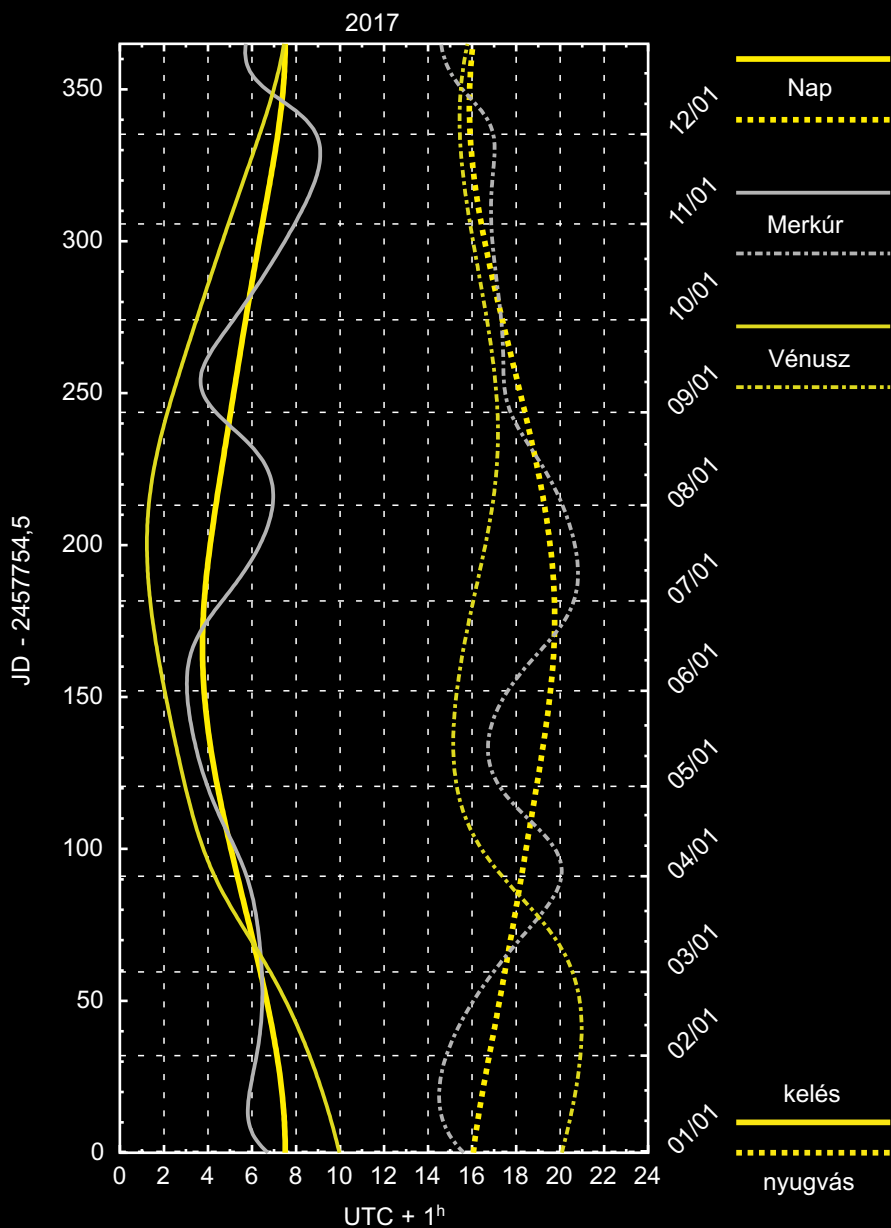
Az enyhén vöröses árnyalatú északi pólussapkától (fent) az egyenlítői nagy töréseken (középtől kicsit lejjebb) keresztül a déli sík területekig vezető mozaik a New Horizons felvételei alapján. Oldalt lent kinagyított részleteket láthatunk balra három kráterről, fentről lefelé: egy világos, egy sötét törmeléktakarójú, valamint egy központi csúcsos kráterről; mellettük jobbra fentről lefelé: tágulások törései alakzatok, alul pedig néhány kissé „lesüllyedt” hegy látszik, amelyek a környező felszínt is lefelé húzták (NASA, JPL, JHUAPL).

### VI. oldal

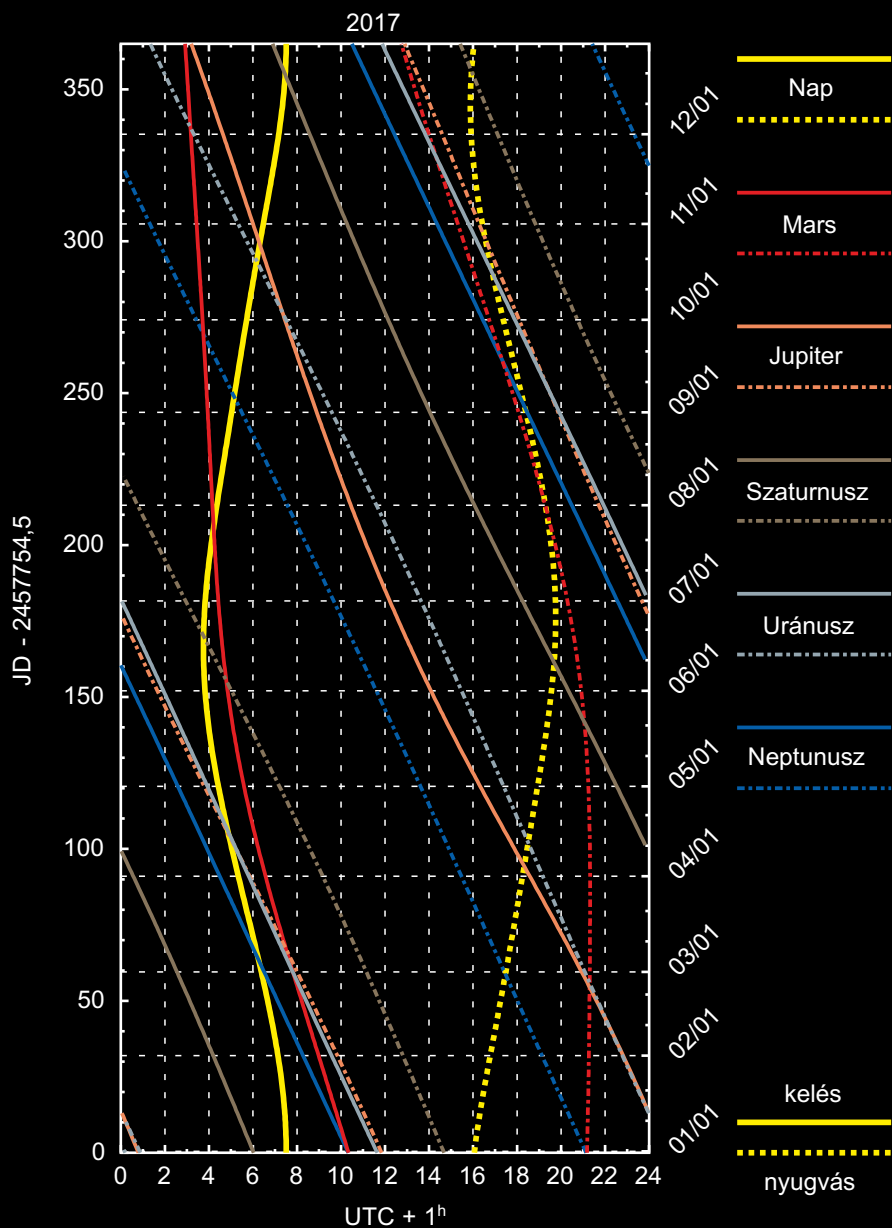
A Plútó holdjainak méretarányos képe (balra lent), a Nix hold két részletesebb felvétele (balra középen), és a Hydra, a Charon, valamint a tiszta vízjég spektruma (balra fent). A jobb oldali ábra a holdak helyzetét mutatja a találkozói idején (NASA, JPL, JHUAPL).

III–VI. oldal ábrái Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről című írásához.

# Belső bolygók kelése és nyugvása



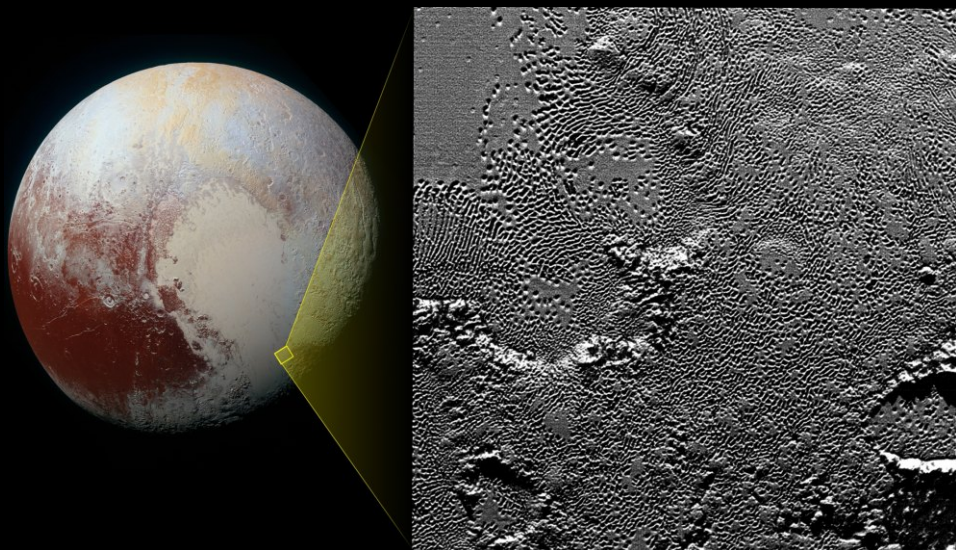
## Külső bolygók kelése és nyugvása



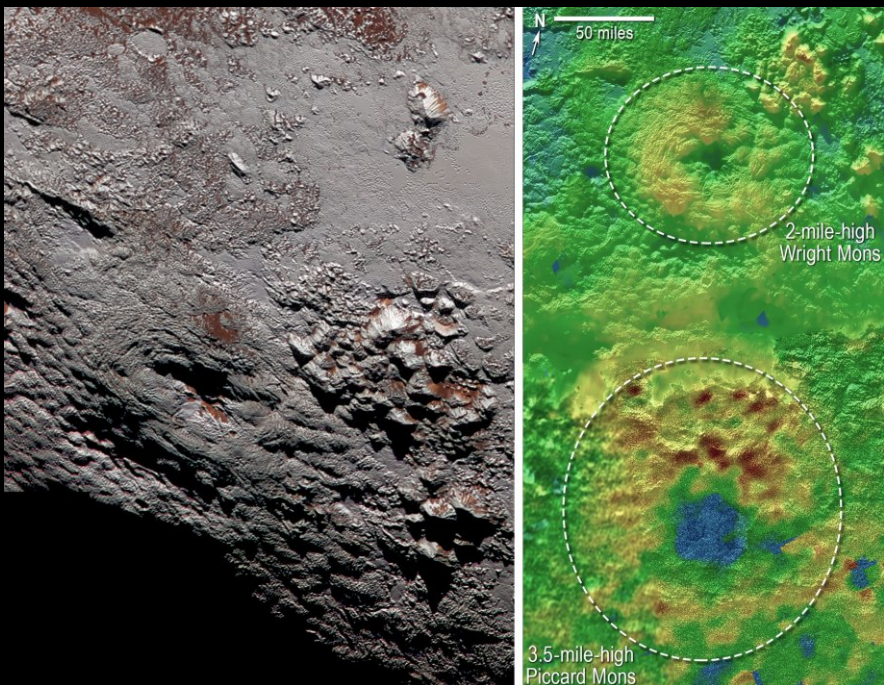


Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről, 5. ábra

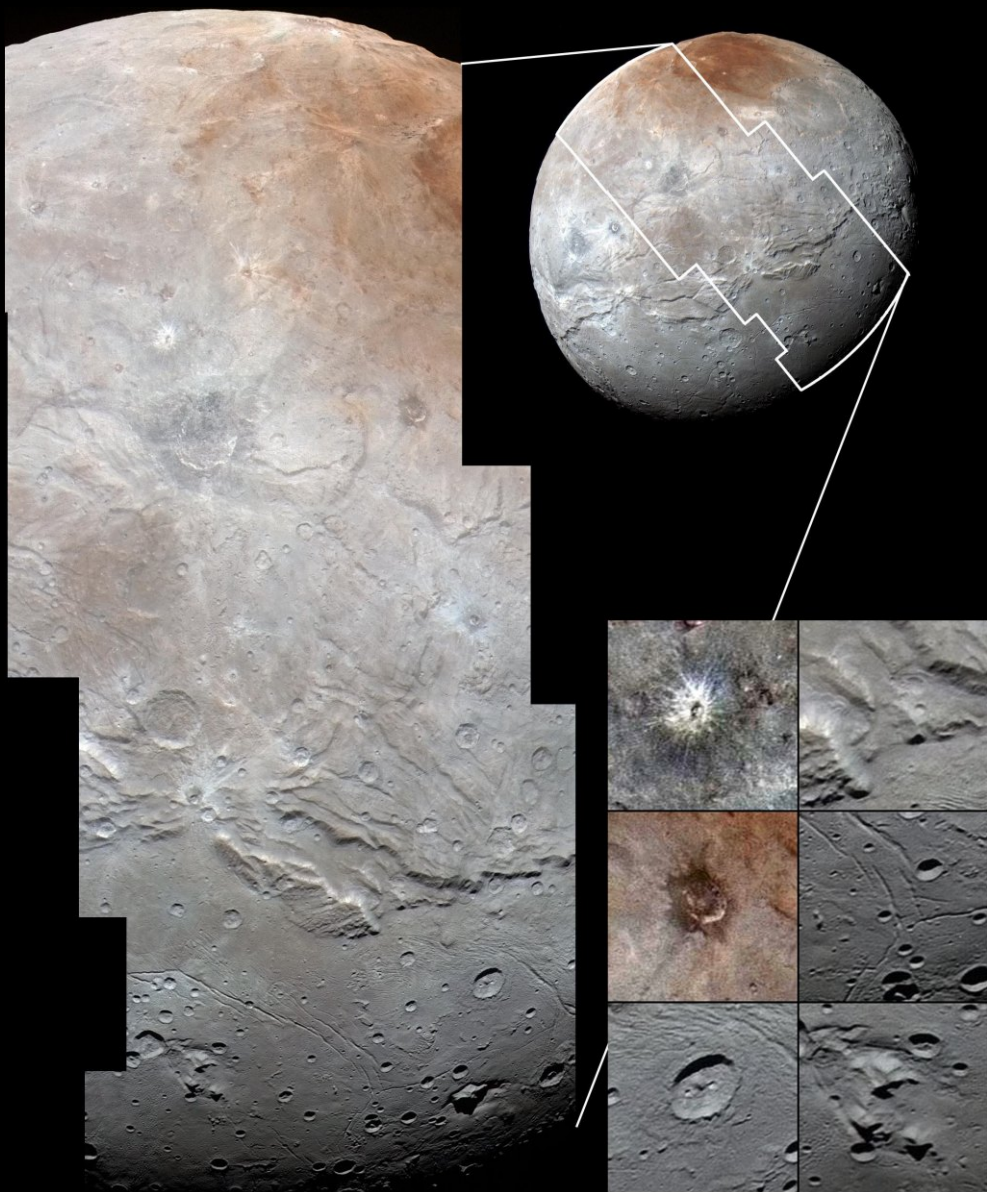




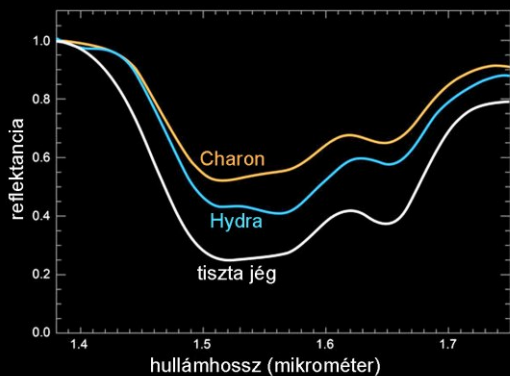
*Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről, 6. ábra*



*Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről, 8. ábra*



Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről, 12. ábra



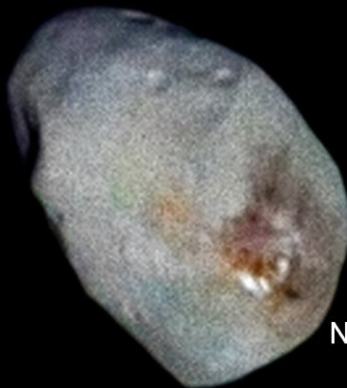
Charon



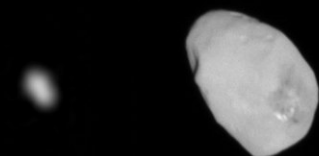
Hydra



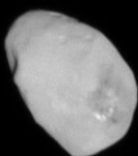
Nix



Nix



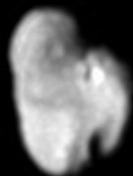
Styx



Nix



Kerberos



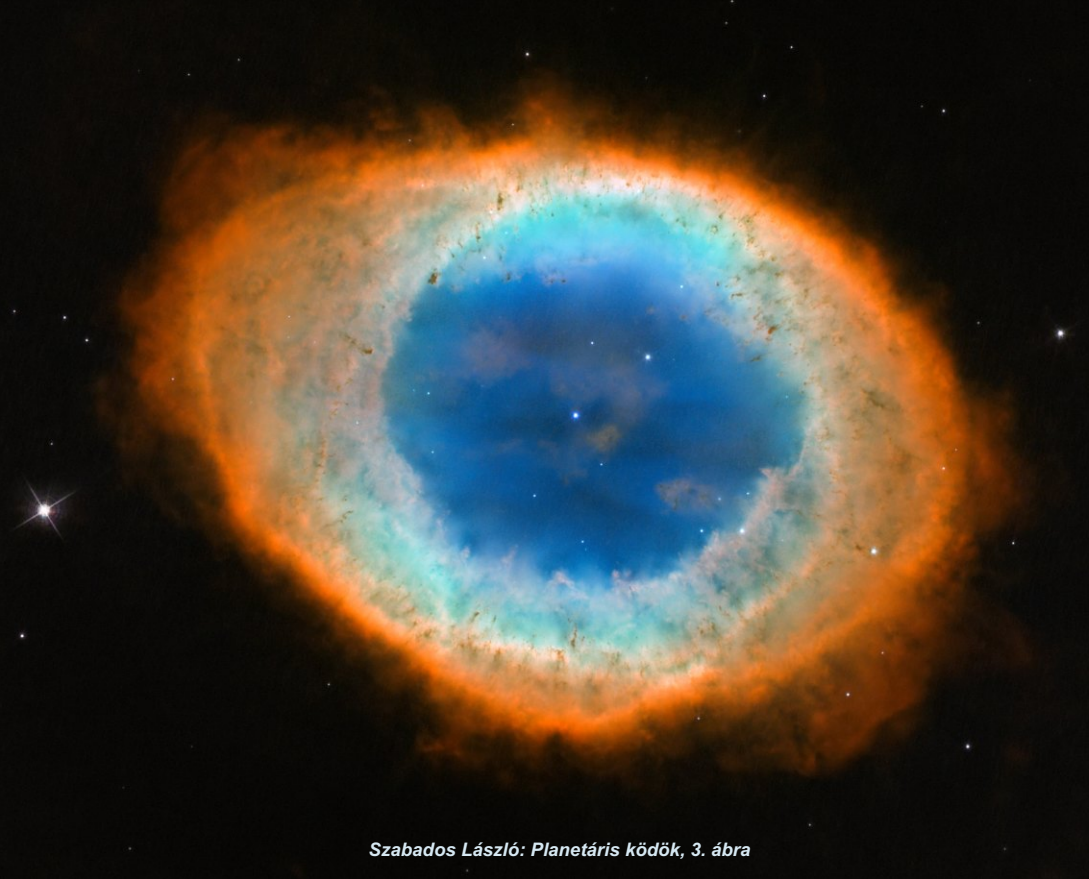
Hydra

10 km

Charon

Kereszturi Ákos: Első eredmények a Plútó rendszeréről, 14. ábra

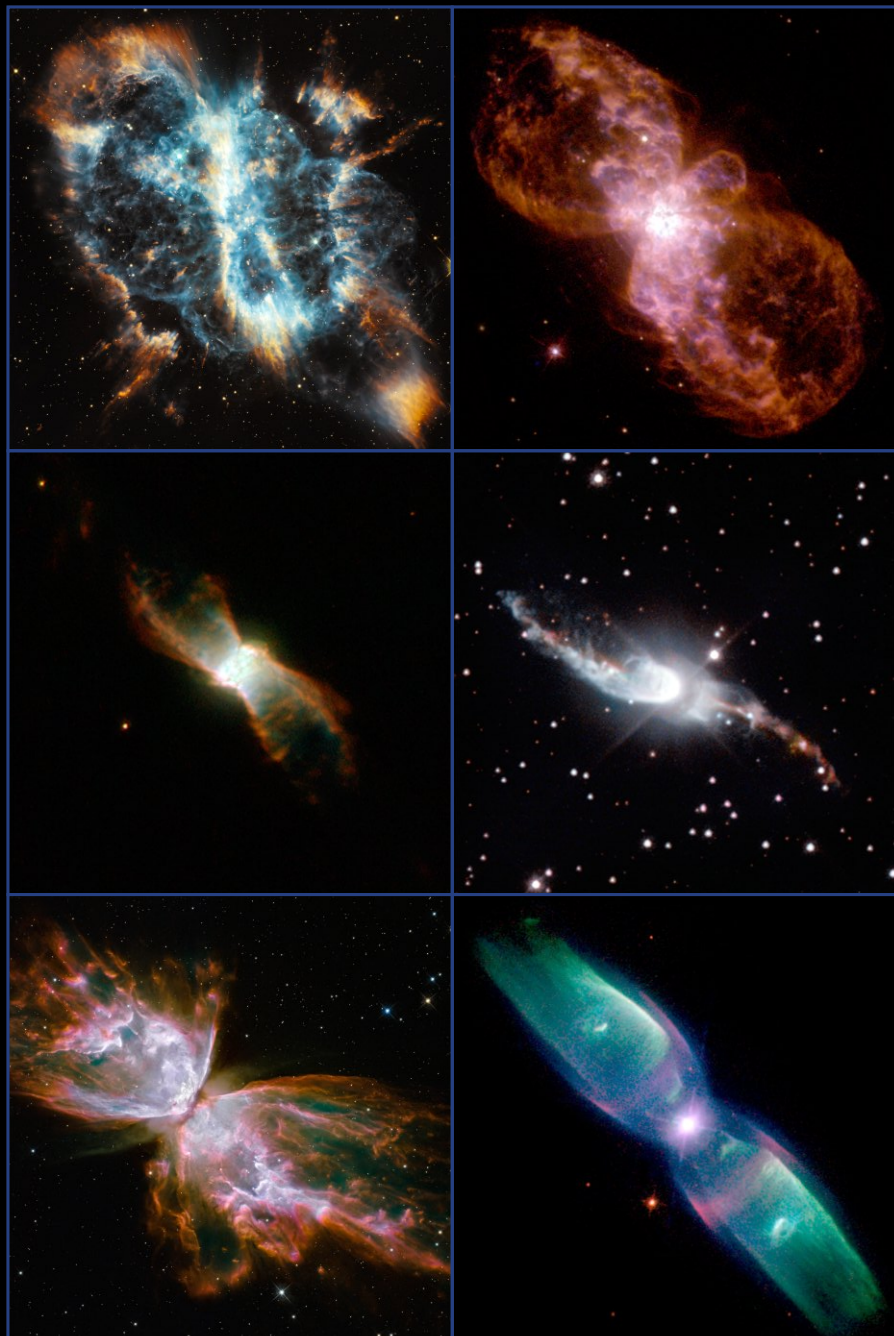




*Szabados László: Planetáris ködök, 3. ábra*



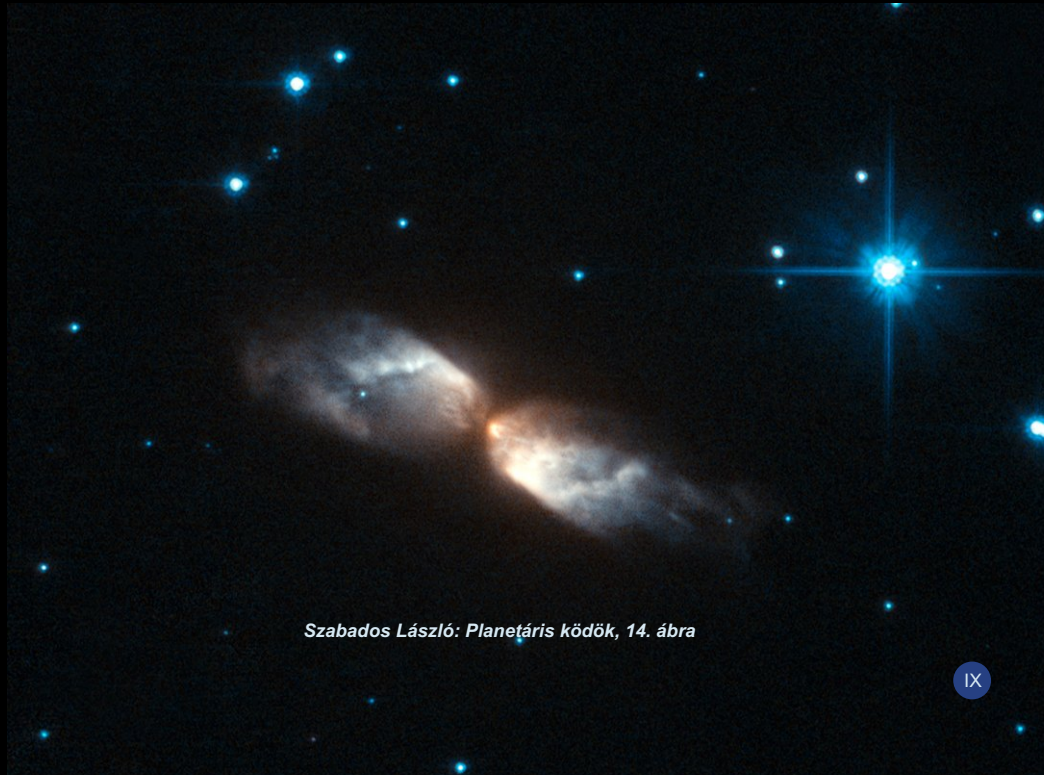
*Szabados László: Planetáris ködök, 4. ábra*



Szabados László: Planetáris ködök, 11. ábra

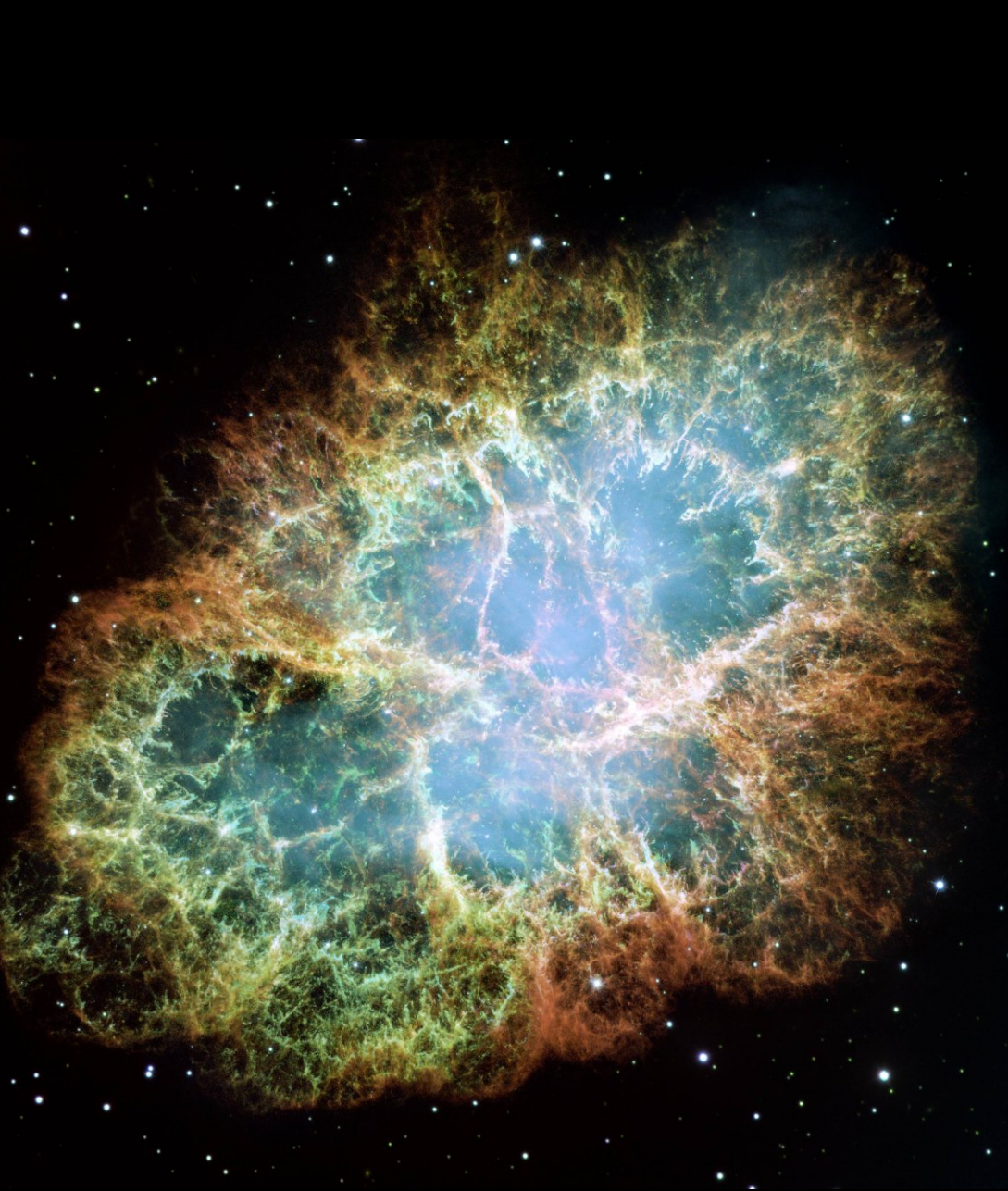


Szabados László: Planetáris ködök, 13. ábra

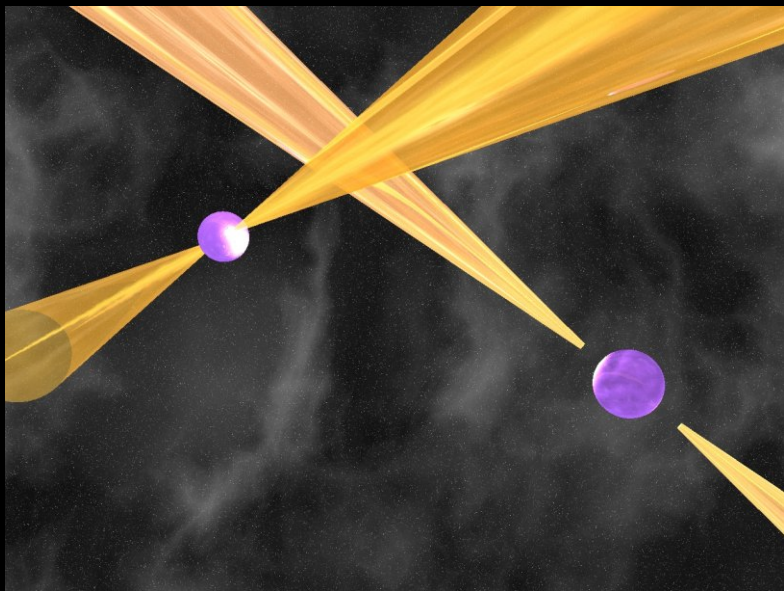


Szabados László: Planetáris ködök, 14. ábra

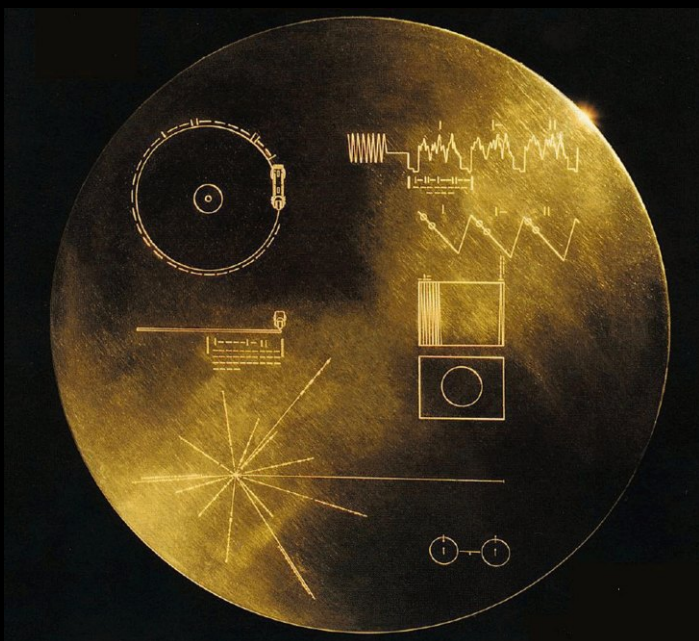




*Barna Barnabás és társai: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig, 4. ábra*

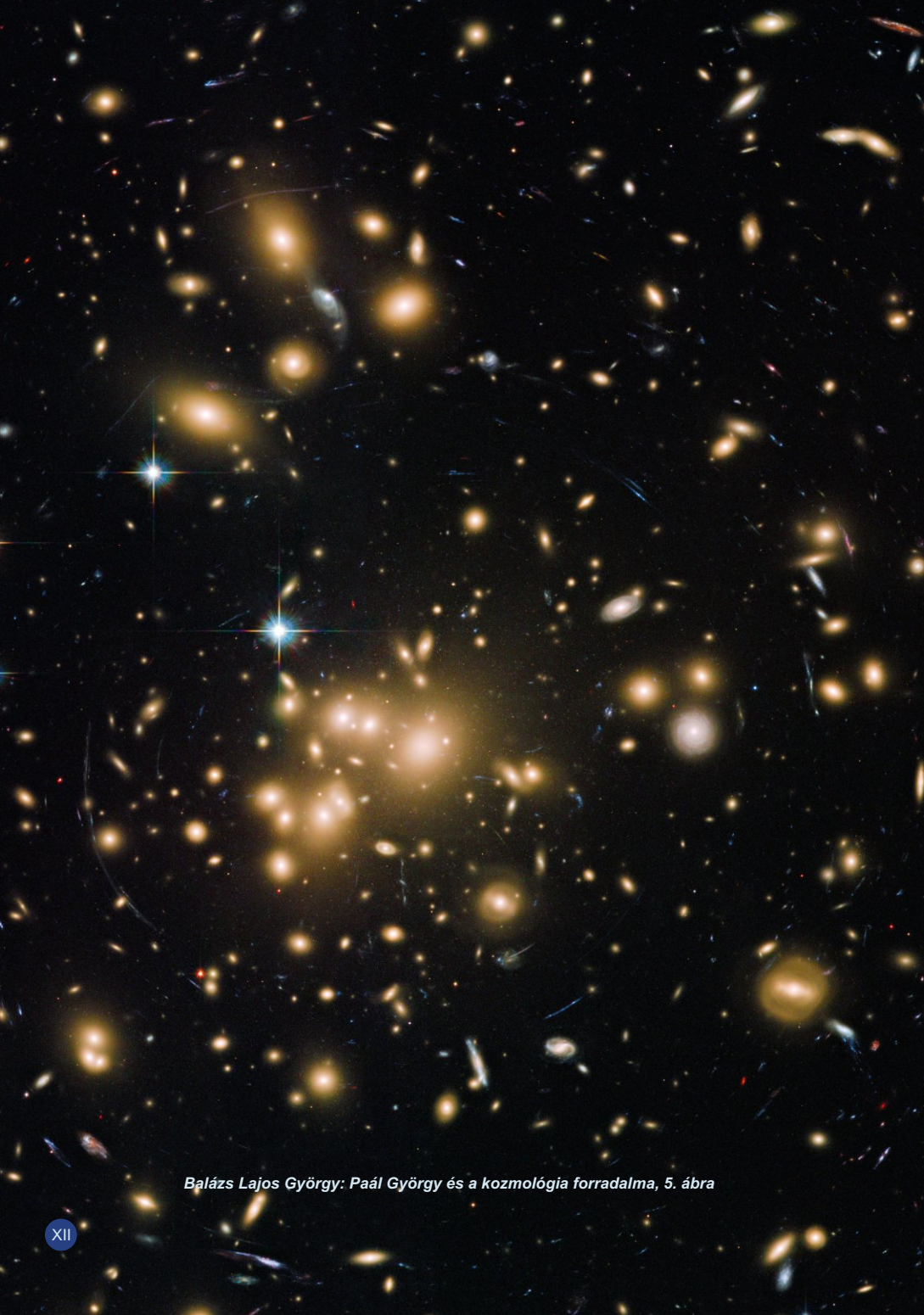


*Barna Barnabás és társai: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig, 5. ábra*



*Barna Barnabás és társai: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig, 6. ábra*





*Balázs Lajos György: Paál György és a kozmológia forradalma, 5. ábra*

## **VII. oldal**

Felül: A Gyűrű-köd a Lyra csillagképben a Hubble-űrtávcsővel készült felvételen. A központi csillagot a magyar Gothard Jenő örökölte meg először fényképen. (Forrás: Hubble Heritage Team, AURA/STScI/NASA)

Alul: Az IC 4406 planetáris köd is gyűrű alakú, csak a gyűrűre „oldalról” látunk rá. (Forrás: HST, NASA/ESA)

## **VIII. oldal**

Néhány látványos bipoláris planetáris köd. Felső sor (balról jobbra): NGC 6302, NGC 6881, NGC 5189; alsó sor (balról jobbra): M2-9, Hen 3-1475, Hubble 5. (Forrás: ESA/NASA/Hubble Heritage Team/Hubble SM4 ERO Team)

## **IX. oldal**

Felül: Égi csipketerítő, avagy példa a planetáris ködök finomszerkezetére. Az IC 418 a Hubble-űrtávcsővel készített felvételen. (Forrás: HST NASA/ESA)

Alul: Az IRAS 20068+4051 protoplanetáris köd. Ebben az állapotban még nem a köd saját fényét látjuk, hanem a központi csillag fényének visszaverődését a köd anyagáról. (Forrás: NASA/ESA, HST)

A VII–IX. oldal ábrái Szabados László: Planetáris ködök című írásához.

## **X. oldal**

Az egyik legismertebb, pulzárt rejtő szupernóva-maradvány, a Rák-köd a Hubble-űrtávcső felvételén. (Forrás: hubble25th.org)

## **XI. oldal**

Felül: Illusztráció egy kettős pulzárról. (Forrás: jb.man.ac.uk)

Alul: Az 1977-ben indított Voyager–1 és –2 szondákra helyezett, földi képeket és hangokat tartalmazó lemez borítója, bal alsó részén a Nap pozícióját 14, akkor már ismert pulzárhoz képest megadó „űrtérképpel”. (Forrás: voyager.jpl.nasa.gov)

A X–XI. oldal ábrái Barna Barnabás – Nagy Andrea – Ordasi András – Szalai Tamás – Vinkó József: Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig című írásához.

## **XII. oldal**

Az Abell 1689, az egyik legnagyobb tömegű galaxishalmaz.

Balázs Lajos György: Paál György és a kozmológia forradalma című írásához.

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – december**

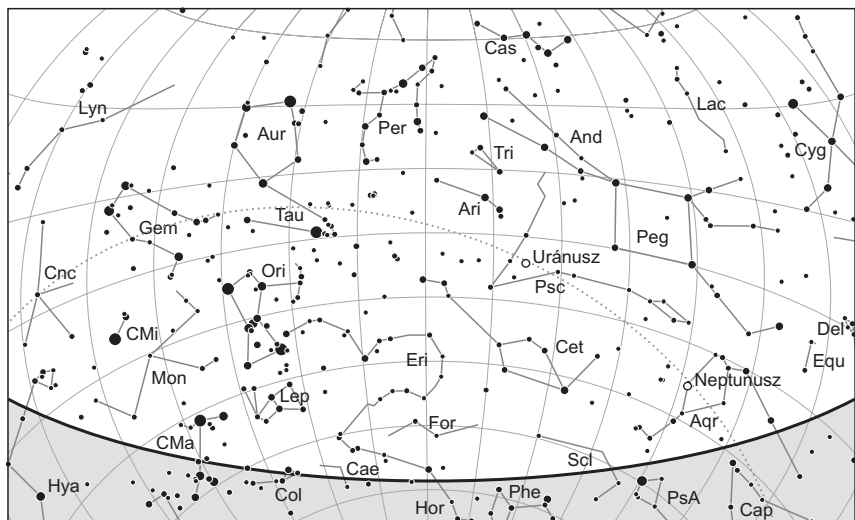
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. p 335.	7 10	11 33	15 55	20,7	+11,1	14 55	21 55	3 51	○ 16 47
2. sz 336.	7 11	11 33	15 55	20,5	+10,7	15 32	22 53	5 08	
3. v 337.	7 13	11 33	15 54	20,4	+10,3	16 15	23 54	6 25	
49. hét									
4. h 338.	7 14	11 34	15 54	20,3	+9,9	17 06	–	7 41	● 8 51
5. k 339.	7 15	11 34	15 54	20,1	+9,5	18 07	0 57	8 49	
6. sz 340.	7 16	11 35	15 53	20,0	+9,1	19 15	2 00	9 49	
7. cs 341.	7 17	11 35	15 53	19,9	+8,7	20 27	3 01	10 39	
8. p 342.	7 18	11 36	15 53	19,8	+8,2	21 39	3 58	11 19	
9. sz 343.	7 19	11 36	15 53	19,7	+7,8	22 50	4 52	11 53	
10. v 344.	7 20	11 36	15 53	19,6	+7,3	23 59	5 42	12 23	
50. hét									
11. h 345.	7 21	11 37	15 53	19,5	+6,9	–	6 30	12 50	
12. k 346.	7 22	11 37	15 53	19,4	+6,4	1 06	7 16	13 15	
13. sz 347.	7 23	11 38	15 53	19,4	+5,9	2 11	8 00	13 40	● 7 30
14. cs 348.	7 24	11 38	15 53	19,3	+5,5	3 14	8 44	14 07	
15. p 349.	7 24	11 39	15 53	19,3	+5,0	4 16	9 29	14 36	
16. sz 350.	7 25	11 39	15 54	19,2	+4,5	5 17	10 15	15 07	
17. v 351.	7 26	11 40	15 54	19,2	+4,0	6 16	11 02	15 44	
51. hét									
18. h 352.	7 26	11 40	15 54	19,1	+3,5	7 11	11 49	16 25	
19. k 353.	7 27	11 41	15 55	19,1	+3,0	8 02	12 37	17 12	
20. sz 354.	7 28	11 41	15 55	19,1	+2,6	8 48	13 25	18 03	
21. cs 355.	7 28	11 42	15 55	19,1	+2,1	9 28	14 12	19 00	
22. p 356.	7 29	11 42	15 56	19,1	+1,6	10 04	14 59	19 59	● 10 20
23. sz 357.	7 29	11 43	15 57	19,1	+1,1	10 35	15 44	21 01	
24. v 358.	7 30	11 43	15 57	19,1	+0,6	11 04	16 30	22 04	
52. hét									
25. h 359.	7 30	11 44	15 58	19,2	+0,1	11 31	17 15	23 09	
26. k 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	–0,4	11 57	18 02	–	
27. sz 361.	7 31	11 45	15 59	19,2	–0,9	12 23	18 50	0 17	
28. cs 362.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,4	12 52	19 40	1 27	
29. p 363.	7 31	11 46	16 01	19,3	–1,9	13 24	20 34	2 40	
30. sz 364.	7 31	11 46	16 02	19,4	–2,4	14 02	21 32	3 55	
31. v 365.	7 31	11 47	16 03	19,5	–2,8	14 48	22 33	5 11	



## december

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 089	4 40 10	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 458 090	4 44 07	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 458 091	4 48 04	Ferenc, Olívia
4.	2 458 092	4 52 00	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 458 093	4 55 57	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 458 094	4 59 53	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 458 095	5 03 50	Ambrus
8.	2 458 096	5 07 46	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 458 097	5 11 43	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 458 098	5 15 39	Judit, Livia, Loretta
11.	2 458 099	5 19 36	Árpád, Dániel
12.	2 458 100	5 23 33	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 458 101	5 27 29	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 458 102	5 31 26	Szilárda
15.	2 458 103	5 35 22	Valér, Dezső, Mária
16.	2 458 104	5 39 19	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 458 105	5 43 15	Lázár, Olimpia
18.	2 458 106	5 47 12	Auguszt, Dezső, Mária
19.	2 458 107	5 51 08	Viola
20.	2 458 108	5 55 05	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 458 109	5 59 02	Tamás, Péter
22.	2 458 110	6 02 58	Zénó, Anikó
23.	2 458 111	6 06 55	Viktória
24.	2 458 112	6 10 51	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 458 113	6 14 48	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 458 114	6 18 44	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 458 115	6 22 41	János
28.	2 458 116	6 26 37	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 458 117	6 30 34	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 458 118	6 34 31	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 458 119	6 38 27	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia



*A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap elején még megfigyelhető a délkeleti látóhatár közelében. Ekkor közel egy órával nyugszik a Nap után, de 9-én már eltűnik az alkonyatban. 12-én alsó együttállásban van a Nappal. 16-án már újra kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében, ekkor háromnegyed órával kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** A hónap első felében még kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében. December elején még ötven perccel kel a Nap előtt, de láthatósága gyorsan romlik, a hónap közepére elvész a napkelte fényében. Fényessége  $-3,9^m$ -ról  $-4,0^m$ -ra nő, átmérője  $9,9''$ -ről  $9,8''$ -re csökken, fázisa  $0,99$ -ről  $0,999$ -re nő.

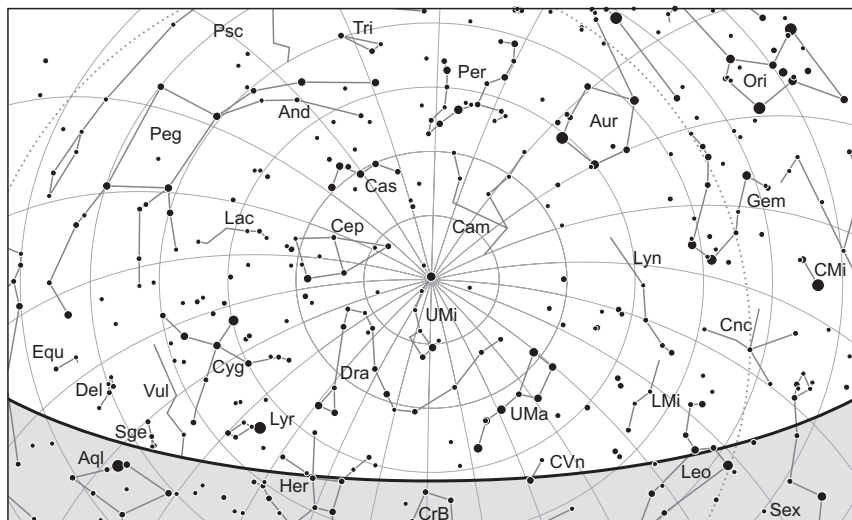
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Szűz, majd 21-től a Mérleg csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban látszik a délkeleti égen. Fényessége  $1,7^m$ -ről  $1,5^m$ -ra, látszó átmérője  $4,2''$ -ről  $4,8''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez Mérleg csillagképben. Hajnalban kel, feltűnően fényes égitestként ragyog a délkeleti hajnali égen. Fényessége  $-1,6^m$ , átmérője  $32''$ .

**Szaturnusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 21-én együttállásban van a Nappal. Folytatja előretartó mozgását a Kígyótartó csillagképben. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $15''$ .

**Uranusz:** Az éjszaka első felében kereshető a Halak csillagképben. Éjfél után nyugszik. Hátráló mozgása a hónap végén már majdnem állóvá lassul.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

### Dátum Időpont Esemény

- |        |       |  |
|--------|-------|--|
| 12.01. | 8:41  | a (349) Dembowska kisbolygó oppozícióban (9,6 <sup>m</sup> , Bika csillagkép)  |
| 12.03. | 15:47 | telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 33' 23"), a 2017-es év legnagyobb teleholdja                          |
| 12.03. | 19:37 | a (388) Charybdis kisbolygó (13,0 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-613-020578-at (11,3 <sup>m</sup> ) a Szekeres csillagképben |
| 12.04. | 8:54  | a Hold földközlelben (földtávolság 357 485 km, látszó átmérő: 33' 25,6", 99,1%-os, csökkenő holdfázis)                       |
| 12.04. | 21:50 | a 97,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8' 58"-cel északra látható a 64 Ori (5,1 <sup>m</sup> )                     |
| 12.05. | 2:01  | a 96,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 6' 52"-cel északra látható a 68 Ori (5,8 <sup>m</sup> )                     |
| 12.05. | 3:42  | a Hold mögül kilép a 71 Orionis (5,2 <sup>m</sup> , 96%-os, csökkenő holdfázis)  |
| 12.05. | 11:42 | a Hold eléri legnagyobb deklinációját +20° 1'-nél (94,9%-os, csökkenő holdfázis)   |
| 12.05. | 16:45 | az (5) Astraea (12,9 <sup>m</sup> ) és a (6) Hebe (10,4 <sup>m</sup> ) kisbolygók 9,7'-es közelsége a Nyilas csillagképben   |
| 12.05. | 17:18 | a Hold minimális librációja (l = +2,87°, b = +3,72°, 93,6%-os, csökkenő holdfázis)   |
| 12.06. | 15:29 | a Merkúr és a Szaturnusz 1,3°-os közelsége az esti szürkületben a Nyilas csillagképben                                       |

**Dátum Időpont Esemény**

12.06.	16:08	a (25) Phocaea kisbolygó (12,0 <sup>m</sup> ) 12' 1"-cel északnyugatra látható a $\pi$ Aqr-tól (4,8 <sup>m</sup> ) az esti szürkületben
12.06.	21:59	a 84,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7' 57"-cel délre látható a $\zeta$ Cnc (4,7 <sup>m</sup> )
12.07.	23:27	a 75,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 12' 27"-cel délre látható a $\pi$ Cnc (5,4 <sup>m</sup> )
12.08.	2:23	a Hold súrolva fedi a ZC 1385-öt az északi pereme mentén (6,6 <sup>m</sup> , 73%-os, csökkenő holdfázis)
12.08.	21:25	a Hold mögé belép a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 <sup>m</sup> , 65%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 22:02 UT-kor
12.10.	7:51	utolsó negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 31' 19")
12.11.	1:19	a 42,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7' 20"-cel északra látható a 7 Vir (5,4 <sup>m</sup> )
12.11.	14:53	az év legkorábban bekövetkező napnyugtája helyi időben
12.12.	16:18	a Hold maximális librációja ( $l = +6,73^\circ$ , $b = -5,85^\circ$ , 26,8%-os, csökkenő holdfázis)
12.12.	23:42	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 1,7°-kal északra)
12.13.	1:57	a Hold mögül kilép a 80 Virginis (5,7 <sup>m</sup> , 23%-os, csökkenő holdfázis)
12.14.	5:48	a Jupiter 6,1°-kal délkeletre látható a 14,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
12.14.	5:48	a Mars 6,5°-kal nyugatra látható a 14,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz/Mérleg csillagképekben
12.14.	5:48	a Mars, a Jupiter, a holdsarló és a Spica együttállása a hajnali égen a Szűz, valamint a Mérleg csillagképben
12.14.	6:00	A Geminidák meteorraj maximuma (ZHR = 120). A 13/14-i éjszaka második felében észleljük a rajt; a fogyó Hold alig zavarja a megfigyelést.
12.15.	18:40	a (405) Thia kisbolygó (12,9 <sup>m</sup> ) elfedi a PPMX 5904508-at (12,3 <sup>m</sup> ) a Bika csillagképben
12.16.	4:33	a 24P/Schaumasse-üstökös 26'-cel keletre látható az NGC 5334 galaxistól (11,3 <sup>m</sup> ) a Szűz csillagképben a hajnali szürkületben
12.16.	5:50	a Jupitertől 29,7'-cel délnyugatra látható az 5 Lib (6,3 <sup>m</sup> ) a reggeli szürkületben
12.16.	21:53	a (856) Backlunda kisbolygó (14,1 <sup>m</sup> ) elfedi az UCAC4-501-025361-et (11,9 <sup>m</sup> ) az Orion csillagképben
12.16.	22:59	a (3200) Phaeton földközeli kisbolygó (11,1 <sup>m</sup> ) kedvező láthatósága (távolsága 10 millió km) az Androméda csillagképben
12.17.	5:51	24 óra 39 perces holdsarló 4,2° magasan a hajnali égen (a Merkúrtól 1,6°-kal északnyugatra, a Marstól 40°-kal, a Jupitertől 31°-kal keletre)
12.17.	16:26	a (20) Massalia kisbolygó oppozícióban (8,4 <sup>m</sup> , Bika csillagkép)
12.18.	6:30	újhold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 24"), a 2017-es év legkisebb újholdja
12.19.	1:43	a Hold földtávolban (földtávolság 406 608 km, látszó átmérő: 29' 23,3", 0,6%-os, növekvő holdfázis)

**Dátum Időpont Esemény**

12.19.	9:31	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-20^{\circ} 4'$ -nél (1,2%-os, növekvő holdfázis)
12.19.	15:30	33 órás holdsarló $5,0^{\circ}$ magasan az esti égen
12.20.	15:26	a Hold minimális librációja ( $l = -2,29^{\circ}$ , $b = -2,46^{\circ}$ , 5,0%-os, növekvő holdfázis)
12.21.	6:29	kezdetét veszi az év legrövidebb nappala
12.21.	14:55	kezdetét veszi az év leghosszabb éjszakája
12.21.	16:28	téli napforduló
12.21.	16:38	a Szaturnusz földtávolban, távolsága 11,048178 CSE, látszó átmérője $15,0''$
12.21.	21:10	a Szaturnusz együttállásban a Nappal
12.22.	14:00	az Ursidák meteorraj maximuma (ZHR = 15). Kora este a holdsarló még kissé zavarja az észlelést, majd ideális viszonyok mellett észlelhetjük az év utolsó meteorraját
12.22.	16:49	az (50) Virginia ( $11,8^m$ ) és az (512) Taurinensis ( $12,7^m$ ) kisbolygók $5,4'$ -es közelsége az Orion csillagképben
12.23.	16:12	a (20) Massalia kisbolygó ( $8,8^m$ ) $6,2'$ -cel északkeletre látható az M1 szupernóva-maradványtól ( $8,4^m$ ) az esti szürkületben
12.23.	19:05	a Hold mögé belép a 42 Aquarii ( $5,3^m$ , 24%-os, növekvő holdfázis)
12.24.	15:33	a Neptunusz $2,3^{\circ}$ -kal északnyugatra látható a $32,8$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
12.26.	9:20	első negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $30' 59''$ )
12.27.	19:08	a Hold maximális librációja ( $l = -7,68^{\circ}$ , $b = +6,22^{\circ}$ , 65,0%-os, növekvő holdfázis)
12.27.	23:35	a Merkúr dichotómiája ( $21,9^{\circ}$ -os nyugati elongáció, $7,4''$ látszó átmérő)
12.28.	11:04	a Vénusz eléri legkisebb deklinációját $-23^{\circ} 42'$ -nél a Nyilas csillagképben
12.28.	19:59	a Hold mögé belép a $\chi^2$ Ceti ( $4,3^m$ , 75%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:47 UT-kor
12.29.	23:41	a 86,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $2' 8''$ -cel délre látható az 5 Tau ( $4,1^m$ )
12.30.	17:19	a Hold mögé belép a $\gamma$ Tauri ( $3,7^m$ , 92%-os, növekvő holdfázis), 18:00 UT-kor
12.30.	18:09	a 91,9%-os, növekvő fázisú Hold a Hyadok csillaghalmazban látható a következő órákban
12.30.	20:43	a 92,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $3' 21''$ -cel délre látható a 70 Tau ( $6,4^m$ )
12.30.	21:49	a Hold mögé belép a 75 Tauri ( $5,0^m$ , 92,7%-os, növekvő holdfázis)
12.30.	22:17	a 92,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $12' 8''$ -cel délre látható a $\theta^1$ Tau ( $3,8^m$ )
12.31.	1:33	a Hold mögé belép az Aldebaran ( $\alpha$ Tau, $0,9^m$ , 93%-os, növekvő holdfázis), kilépés 02:12 UT-kor
12.31.	5:17	a Marstól $30'$ -cel délkeletre látható az 5 Lib ( $6,3^m$ ) a reggeli szürkületben

**Dátum Időpont Esemény**

- 12.31. 21:55 a Hold mögé belép a 119 Tauri (4,3<sup>m</sup>, 98%-os, növekvő holdfázis), kilépés 23:00 UT-kor
- 12.31. 22:43 a Hold mögé belép a 120 Tauri (5,7<sup>m</sup>, 98%-os, növekvő holdfázis)

**A Merkúr hajnali láthatósága**

December 21-én hajnalban 0,8<sup>m</sup> fényesség, 8,7'' átmérő és 0,24 fázis mellett (CM = 239°) már van esélyünk távcsővel megtalálni az ekkor már másfél órával a Nap előtt kelő bolygót, napkeltére 11°-os horizont feletti magasságba érve. A karácsony jó alkalmat ad a gyorsan hízó sarló megfigyelésére, a dichotómiát december 28-án éri el. A -0,1 magnitúdós, 7,3''-es és 0,51 fázisú bolygó ekkor majdnem két órával kel a Nap előtt (CM = 280°), napkeltére 13°-os horizont feletti magasságba érve. A szilveszterkor is fényesen tündöklő bolygó egészen január 12-ig megfigyelhető. Ekkor a -0,3 magnitúdós, 5,6'' átmérőjű és 0,81 fázisú bolygó (CM = 355°) egy és negyed órával kel a Nap előtt, napkeltére 9°-os horizont feletti magasságba érve.

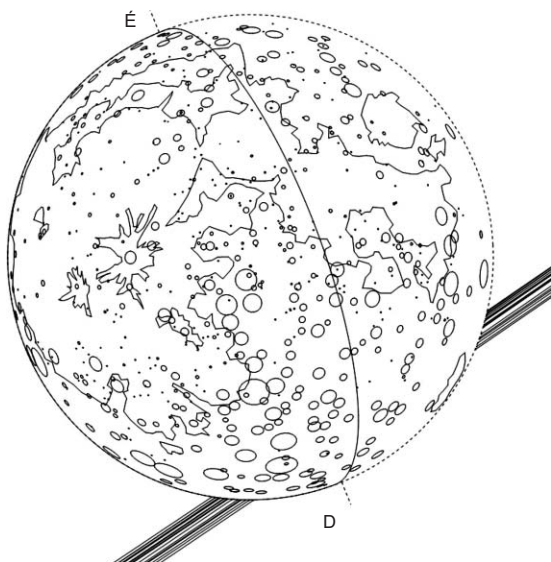
**Ritka Regulus-fedés december 8-án**

Az év során számos Hold–Regulus-együttállás következik be (március 10-én, május 31-én és szeptember 18-án). Az Aldebaran-fedések sokasága mellett igazi ritkaság az  $\alpha$  Leonis eltűnése a Hold mögött: Magyarországról legutóbb 2007. október 7-én látszott Regulus-okkultáció, legközelebb pedig a 2018. január 5-i nappali, a horizonthoz közeli fedés után csak 2025. december 10-én lesz újabb nappali fedés.

Ezen az estén kedvező időpontban a 65%-os, csökkenő fázisú Hold a világos oldalon fedi a Regulust, amely valamivel több mint fél órát tartózkodik kísérőnk mögött. Ekkor még csak 4-8° magasban lesz a keleti látóhatár fölött, de a kilépés idejére 10-14° magasra fog emelkedni a Hold. A keleti országrészben lesz magasabban, itt kedvezőbbek a megfigyelési körülmények. Jó keleti horizontú észlelőhelyet keressünk! Elméletileg 4° magasban már könnyen látszania kell az 1,4 magnitúdós csillagnak a Hold mellett. Nagyon érdekes fotók készülhetnek a torz holdalakról és a hozzá közeledő csillagról.

Regulus-fedés 2017. december 8-án

Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	21 24 14		4	-52S	149		22 2 25		11	35S	235	
Szombathely	21 24 24		4	-50S	151		22 1 12		10	33S	233	
Zalaegerszeg	21 24 41		4	-48S	153		22 0 5		10	31S	231	
Győr	21 24 27		5	-51S	150		22 2 16		11	34S	235	
Kaposvár	21 25 21		5	-45S	156		21 58 27		11	28S	228	
Veszprém	21 24 47		5	-48S	152		22 0 36		11	31S	232	
Tatabánya	21 24 31		5	-50S	150		22 1 54		11	33S	234	

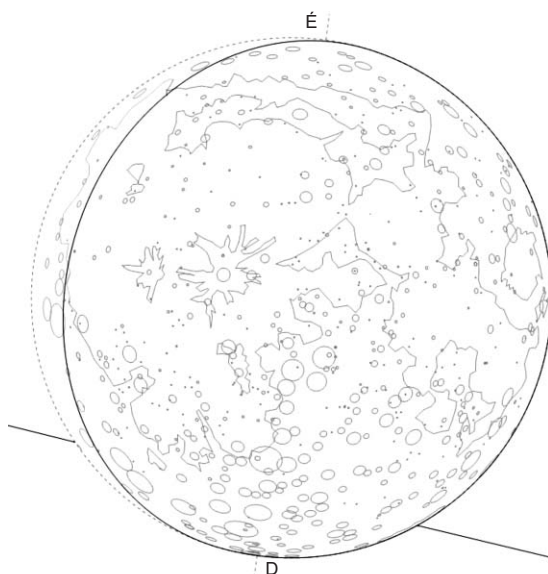


*A Regulus fedésének sávja magyarországi városokból nézve*

Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Pécs	21 25 46		5	-43S	158	21 57 28		11	26S	226
Székesfehérvár	21 24 52		5	-48S	152	22 0 49		11	31S	232
Szekszárd	21 25 41		6	-44S	157	21 58 14		11	27S	227
Paks	21 25 27		6	-45S	155	21 59 4		11	28S	229
Budapest	21 24 50		6	-49S	152	22 1 36		12	32S	233
Kecskemét	21 25 29		6	-46S	155	21 59 49		12	29S	229
Salgótarján	21 24 46		6	-51S	150	22 3 13		13	35S	235
Szeged	21 26 18		7	-42S	159	21 57 37		12	25S	226
Miskolc	21 24 59		7	-50S	150	22 3 10		13	34S	234
Debrecen	21 25 35		8	-47S	154	22 1 30		14	31S	231
Nyíregyháza	21 25 21		8	-49S	152	22 2 43		14	33S	233

### Hajnali Aldebaran-fedés december 31-én

Az év utolsó hajnalán a Hold elfedi az Aldebarant. Mivel még 2 nappal telihold előtt vagyunk, a csillag a sötét oldalon tűnik el, körülbelül 35"-re a terminátortól. A kilépés-re 35 perccel később kerül sor a megvilágított oldalon. Ismét a Hold déli féltekéjén



*Az Aldebaran szilveszter hajnali fedése Budapestről nézve*

történik az okkultáció, a súroló fedés vonala néhány száz kilométerre délre húzódik Montenegró, Albánia, Macedónia, és Görögország területén.

Az Aldebaran-fedések még 2018-ban is folytatódhatnak, de már csak Észak-Európában. Tőlünk a 2018. február 23-i fedés lesz még látható, majd a Hold felszálló csomópontjának 18 éves periódusa miatt 2034-ben indul újra a sorozat.

#### Aldebaran-fedés 2017. december 31-én

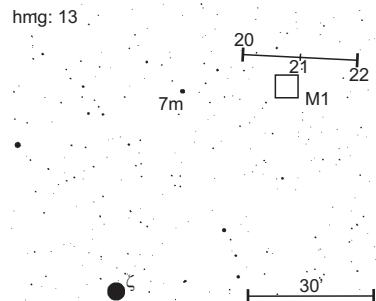
Város	Belépés						Kilépés					
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	
Sopron	1 32 2		26	30S	132		2 10 19		19	-52S	215	
Szombathely	1 33 21		25	28S	134		2 10 10		19	-50S	213	
Zalaegerszeg	1 34 30		25	27S	136		2 10 4		19	-49S	212	
Győr	1 32 10		25	31S	132		2 10 57		18	-53S	216	
Kaposvár	1 36 6		24	25S	138		2 10 22		18	-48S	210	
Veszprém	1 33 52		24	29S	134		2 10 56		18	-51S	214	
Tatabánya	1 32 32		25	31S	132		2 11 4		18	-53S	216	
Pécs	1 37 2		24	24S	138		2 10 28		18	-47S	210	
Székesfehérvár	1 33 38		24	30S	133		2 11 14		18	-52S	215	
Szekszárd	1 36 9		23	26S	137		2 10 58		17	-49S	211	



Város	Belépés					Kilépés				
	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT h m s	Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
Paks	1 35 19		23	28S	135	2 11 16		17	-50S	213
Budapest	1 32 49		24	31S	131	2 11 39		17	-54S	217
Kecskemét	1 34 31		23	30S	133	2 11 51		17	-52S	215
Salgótarján	1 31 15		23	35S	128	2 12 11		17	-57S	220
Szeged	1 36 27		22	27S	136	2 11 50		16	-50S	213
Miskolc	1 31 21		23	35S	127	2 12 39		16	-58S	221
Debrecen	1 32 53		22	34S	129	2 12 59		15	-57S	219
Nyíregyháza	1 31 49		22	36S	127	2 13 4		15	-58S	221

## A (20) Massalia kisbolygó a Messier 1 közelében december 21-én

A fényesebb kisbolygók viszonylag gyakran közelítenek meg mélyég-objektumokat, ám a december 21-én este bekövetkező jelenség kiemelkedik közülük. Ezen az estén a 8,5-8,8 magnitúdós (20) Massalia a hasonló fényességű Messier 1 (Rák-köd) peremétől mindössze 6'-re kerül. Az érdekes égi páros gyakorlatilag tökéletes helyzetben, nagyon magasan lesz látható az égen. A legszorosabb közelségre nappal kerül sor, ezért a sötétség beállta után azonnal érdemes elkezdeni a megfigyelést.



A (20) Massalia és az M1 együttállása december 20–22. között (a jelzett pozíciók a csillagászati szűrőület végére vonatkoznak, észak felfelé, kelet balra van)

A modern mérések szerint érdekes, ék alakú kisbolygót 1852-ben ugyanazon az éjszakán fedezte fel Annibale de Gasparis Nápolyból és Jean Chacornac Marseille-ből (valószínűleg övé az elsőség). Nevét Marseille francia város ókori, görög neve után kapta, amely görög kereskedőkolónia, majd római város volt. Ez az első égitest a kisbolygók között, amely nem a görög-római mitológia valamelyik szereplőjéről kapta a nevét. Az S típusú (szilikát összetételű)

főöbveli kisbolygó mérete 160×145×132 km, és egy, a nevét viselő csoport legnagyobb tagja. Perihéliumban 308, aphéliumban 412 millió km-re található a Naptól.

Az M1-ről, amely Charles Messier-t, a kisbolygó felfedezése előtt 94 esztendővel a katalógusa összeállítására ihlette, a januári fejezetben olvashatunk bővebben. A kis, lángnyelv alakú ködösség és a kisbolygó kettőse sötétebb égboltról akár 6-8 cm-es műszerekkel is megfigyelhető lesz. A felkeresést segíti a ködhez közeli 7<sup>m</sup>-s csillag. A mellékelt térképen a kisbolygó legnagyobb közelítés előtti (20-a) és utáni (22-e) pozícióit is feltüntettük.

## Üstökösök

**24P/Schaumasse.** A 10,5 és 12 magnitúdó között halványuló üstököst a hajnali égen láthatjuk, amint az égi egyenlítő környékén halad délkelet felé a Virgo csillagképben. A mérések szerint 2-3 km-es szilárd maggal bíró, csak kis naptávolságban aktív égitestet 7-én hajnalban háromnegyed fokkal délre láthatjuk az NGC 5174 galaxistól ( $12^m$ ), 11-én 40'-re délre halad el az NGC 5257–NGC 5258 galaxispártól, 16-án fél fokon belül látható a 90 Virginistól ( $5,2^m$ ) és az NGC 5334 galaxistól ( $12,5^m$ ). Fotósok számára jelent szép témát 22-én hajnalban a 13 magnitúdós NGC 5506–7 galaxispárostól 35'-cel északára látszó kométa, amely két nappal később 49'-cel délre halad el az  $\upsilon$  Virginistól ( $5,2^m$ ).

**62P/Tsuchinshan.** A lassan halványuló 12-12,5 magnitúdós üstököst a hajnali égen kereshetjük a Virgo csillagképben. A délkelet felé mozgó vándor 2-án hajnalban 11'-cel délkeletre látható az 5,6 magnitúdós 6 Virginistól, majd 8-án eléri a Virgo galaxisokban gazdag részét, nagyjából azon a részen, ahol egy hónappal korábban a 24P/Schaumasse is elhaladt. A 10,5 magnitúdós NGC 4365-től csak néhány ívperccel lesz távolabb 12-én, mint november 20-án a 24P, így szerencsés esetben érdekes fotóanimációk készíthetők a galaxis és a két üstökös párosairól. Látványos lehet 13-án hajnalban a 12,5 magnitúdós NGC 4430-cal történő néhány ívperces együttállás, de 22-én például a 14 magnitúdós NGC 4734-gyel összeolvadva láthatjuk az üstököst.

**(3200) Phaeton.** Egy különleges kisbolygó különleges földközelségére kerül sor decemberben, amikor az égitest megfigyelése közben a távcső mellől felpillantva a belőle kiszabadult porszemek megsemmisülését is láthatjuk légkörünkben. Az égitest 1983-as felfedezésekor 0,140 CSE perihéliumtávolságával a Napot legjobban megközelítő kisbolygónak számított, de még ennél is nagyobb feltűnést keltett, hogy az 5 km-es égitest pályaelemei megegyeztek a Geminidák meteorraj elemeivel, amely átlagos aktivitását tekintve az év legaktívabb meteorrajának számít. Komoly üstökösaktivitást azóta sem sikerült kimutatni a Phaetonnál, bár néhány évvel ezelőtt a STEREO napkutató szonda felvételein rövid csóvát észleltek a napközben járó kisbolygónál. A feltételezések szerint a korábbi évszázadokban, évezredekben aktívabb lehetett az égitest, esetleg a napközben másfél évente 1000 kelvin környékére forrósodó felszín töredezik, erodálódik oly mértékben, hogy törmelék szabadul el a felszínéről.

(3200) Phaeton

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ ( $^m$ )
12.04.	06 35 15	+40 13 28	0,252	1,210	150	13,1
12.05.	06 29 25	+40 44 13	0,234	1,196	151	12,9
12.06.	06 22 26	+41 18 13	0,216	1,181	153	12,7
12.07.	06 13 57	+41 55 40	0,198	1,167	155	12,5
12.08.	06 03 31	+42 36 39	0,180	1,152	156	12,2
12.09.	05 50 30	+43 20 44	0,163	1,137	157	11,9
12.10.	05 34 00	+44 06 22	0,146	1,122	158	11,6
12.11.	05 12 46	+44 49 43	0,130	1,107	158	11,4
12.12.	04 45 03	+45 22 01	0,115	1,091	157	11,1
12.13.	04 08 46	+45 24 53	0,100	1,075	153	10,9
12.14.	03 22 09	+44 23 31	0,088	1,059	147	10,8

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
12.15.	02 25 45	+41 24 10	0,078	1,043	138	10,7
12.16.	01 24 32	+35 35 41	0,071	1,027	125	10,8
12.17.	00 26 32	+27 04 28	0,069	1,010	111	11,1
12.18.	23 37 36	+17 21 13	0,072	0,994	96	11,7
12.19.	22 59 05	+08 16 45	0,078	0,977	82	12,3
12.20.	22 29 28	+00 48 42	0,089	0,960	72	13,0

A mostani földközelségére december 16-án 23 UT-kor, három nappal a Geminidák meteorraj maximuma után kerül sor 0,0689 CSE távolságban. Ez a legjelentősebb közelsége 1974 óta, és 2050-ig nem is lesz ehhez hasonló, ennél kedvezőbb alkalomra pedig 2093-ig kell várni. A közelség éjszakáján az Andromeda déli kiszögellésében látszó kisbolygó nem ekkor, hanem két nappal korábban éri el maximális, 10,7 magnitúdós fényességét. Ekkor a Perseus és az Andromeda határánál mozogva szinte egész éjszaka megfigyelhető lesz. Az óránként fél fokot elmozduló kisbolygó előbb 14-én 17–18 UT között délről érinti a fényes, nagy kiterjedésű M34 nyílthalmazt, majd 15-én 00–01 UT között 1°-kal délre halad el az éléről látszó NGC 891 spirálgalaxistól. Földközelsége után a perihéliuma felé tartó égitest elongációja, ezzel párhuzamosan pedig fényessége is nagyon gyorsan csökken, hiszen egyre inkább az éjszakai, sötét oldalára látunk rá. A kedvező esetben 3,6 órás rotációja miatt 0,3–0,4 magnitúdó amplitúdójú fényességváltozásokat is mutató kisbolygó 20-án már csak 13 magnitúdós, szenteste pedig csak 16 magnitúdós lesz.

### A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 1	0	55	13	be	306	6,8	90 +	18	70 D	84	+0,4	-1,2
12 4	20	58	22	ki	95119 V1385 Ori	7,5	97 –	45	52 É	322	+1,8	-1,4
12 5	3	42	8	ki	947 71 Ori	5,2	97 –	38	29 D	221	+1,3	+0,6
12 5	22	29	24	ki	1084	7,3	92 –	49	65 É	307	+1,4	-0,4
12 7	4	9	4	ki	97775	7,9	83 –	51	89 É	286	+1,2	-1,4
12 8	21	24	50	be	1487 $\alpha$ Leo	1,4	65 –	6	-49 D	152	+0,3	-0,6
12 8	22	1	36	ki	1487 $\alpha$ Leo	1,4	64 –	12	32 D	233	-0,1	+2,8
12 8	23	38	20	ki	98990	7,8	64 –	28	87 É	293	+0,7	+0,6
12 9	1	40	6	ki	1501	7,2	63 –	45	72 D	273	+1,4	+0,9
12 9	4	48	1	ki	1510	7,7	62 –	52	68 É	313	+1,2	-1,7
12 11	1	9	10	ki	1728 NSV 19065	6,7	42 –	20	78 É	306	+0,6	+0,3
12 13	1	57	14	ki	1950 80 Vir	5,7	23 –	7	82 D	286	+0,3	+1,0
12 23	19	4	55	be	3268 42 Aqr	5,3	24 +	8	79 D	81	+0,6	-1,2
12 24	16	31	13	be	3377	7,9	33 +	32	81 É	60	+1,4	+0,3
12 25	16	22	39	be	146928	7,8	42 +	37	82 D	75	+1,7	+0,4
12 27	18	15	18	be	109952	7,4	64 +	46	53 D	104	+2,2	-0,8

Dátum	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
hó nap	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 28	19	59	15	be	364 $\xi^2$ Cet	4,3	75 +	48	40 D	118	+2,1	-2,2
12 28	20	46	32	ki	364 $\xi^2$ Cet	4,3	75 +	43	-39 D	197	+0,8	+2,3
12 28	21	5	46	be	110566	7,0	75 +	41	53 É	31	+1,0	+1,3
12 29	17	28	17	be	93398	7,3	84 +	47	78 D	82	+1,3	+1,1
12 29	19	33	49	be	491	6,0	84 +	55	62 D	98	+1,8	-0,3
12 30	17	18	45	be	635 $\gamma$ Tau	3,7	92 +	40	39 D	123	+1,5	+0,1
12 30	18	0	12	ki	635 $\gamma$ Tau	3,7	92 +	46	-39 D	201	+0,3	+3,2
12 30	21	48	39	be	667 75 Tau	5,0	92 +	56	67 D	96	+1,6	-0,8
12 31	1	32	49	be	692 $\alpha$ Tau	0,9	93 +	24	31 D	131	+0,1	-2,8
12 31	2	11	40	ki	692 $\alpha$ Tau	0,9	93 +	17	-54 D	217	+0,5	+0,3
12 31	18	1	18	be	94510	7,3	97 +	39	30 É	12	-0,4	+4,3
12 31	20	48	23	be	94589	7,6	98 +	60	30 D	133	+2,0	-1,9
12 31	21	54	40	be	832 119 Tau	4,3	98 +	61	53 D	109	+1,7	-0,9
12 31	22	42	54	be	836 120 Tau	5,7	98 +	58	30 D	133	+1,5	-2,6
12 31	23	0	17	ki	832 119 Tau	4,3	98 +	56	-75 D	238	+1,5	+0,6
12 31	23	39	58	be	94678	7,6	98 +	52	69 D	93	+1,3	-0,9

## Évforduló

### 100 éve született Arthur C. Clarke

Arthur Charles Clarke (Minehead, 1917. december 16. – Colombo, 2008. március 19.) mérnök, feltaláló, sci-fi író, az *Űrodisszeia* regények alkotója már gyermekként rajongott a fantasztikus történetekért. Érettségi után Londonban közhivatalnokként helyezkedett el. A második világháború idején a brit légierőnél szolgált radarosként. 1945-ben matematikai doktori fokozatot szerzett. Ekkor dolgozta ki a geostacionárius műholdak segítségével történő távközlés elméletét, és hamarosan hivatalos javaslatot tett az egész Földet lefedő, úrbázisú távközlési hálózat kiépítésére.

1954-ben (tehát három évvel az első mesterséges hold indítása előtt!) javasolta a geostacionárius műholdak alkalmazását a meteorológiai előrejelzésben és műhold-rendszerek alkalmazását navigációs alappontokként is. Clarke álma, a Földdel együtt forgó műholdrendszer, amely mindennapi életünket megannyi módon segíti, azóta maradéktalanul megvalósult.

Írói tehetsége már iskolás korában megmutatkozott. Hamarosan felfedezte a tudományos-fantasztikus irodalmat, és



sci-fi magazinokban kezdett publikálni. Irodalmi formában vizsgálta a teleportáció lehetőségét (*Ultazz dróton!* – a teleportáció), *Kibúvó* című novellájának szereplői pedig az emberiség sorsáról tanakodó idegen civilizációk. A negyvenes években írt novelláiban vázolja a holdutazás lehetőségét, egy leszállni képes visszatérő egységből és indítórakétákból álló űrhajó, valamint egy Föld körül keringő űrállomás lehetőségeit taglalja.

Az 1950-es években az a kérdés foglalkoztatta, hogy a vallások istenei és démonai helyettesíthetők-e jó szándékú és gonosz földönkívüli hatalmakkal. Fantasztikus műveiben is egyre több az egzakt ismeretterjesztő elem, így érve el nagyon széles olvasóközönséget a „magasabb” tudományok eredményeivel.

A 2001 *Űrodisszeia* című film terveivel fordul újra a „tisztá” sci-fi irányába. Stanley Kubrick saját sci-fi filmötletével kereste meg Clarke-ot, hogy együtt dolgozhassák ki a forgatókönyvet. A regény és a film egyidejűleg készült. A mára már kultúrtörténeti jelentőségű filmet akkoriban értetlenség fogadta, és a regény sem lett igazán sikeres. Későbbi művei (*Randevú a Rámával*, *Bírodalmi Föld*) azonban a bestsellerlisták élére kerültek. *Az éden szökökútjai* című könyvét utolsó irodalmi alkotásának deklarálta. Később azonban az *Űrodisszeia* folytatásába fogott, és két további rész ötleteit is felvázolta, amelyek tetralógiává bővítették a regénysorozat koncepcióját, a kétezres évek elején pedig Stephen Baxterrel együtt az *Időódisszeia* regénytrilógiát is kidolgozták. Ekkoriban keletkezett a *Randevú a Rámával* három folytatása is.

Bár aktivitásának ívén nem érzékelhető, Clarke alkotótehetségét egyre súlyosbodó testi bajok akadályozták. Izomsorvadással járó betegsége az ötvenes évektől egyre erőteljesebben jelentkezett, és egyre nehezebben tudott dolgozni. Clarke Srí Lanka szigetén találta meg menedékét a világ nyüzsgése elől, ahol a világ egyik legismertebb tudományos elméjeként halt meg, 90 éves korában.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	4:17,0	Europa	ek
	5:21,4	Europa	áv
5	3:45,3	Io	ák
	4:23,5	Io	ek
6	3:52,4	Io	mv
11	4:57,8	Ganyemedes	mv
	5:37,1	Europa	ák
12	5:39,2	Io	ák
13	3:55,1	Europa	mv
18	4: 3,1	Ganyemedes	fk
20	4:49,1	Io	fk
21	2:53,1	Io	ek
	4:12,2	Io	áv
	5: 3,8	Io	ev
27	5:15,1	Europa	fk

nap	UT h:m	hold	jelenség
28	3:55,3	Io	ák
	4:52,0	Io	ek
29	3:29,5	Ganyemedes	ev
	4: 8,9	Europa	ev
	4:17,8	Io	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

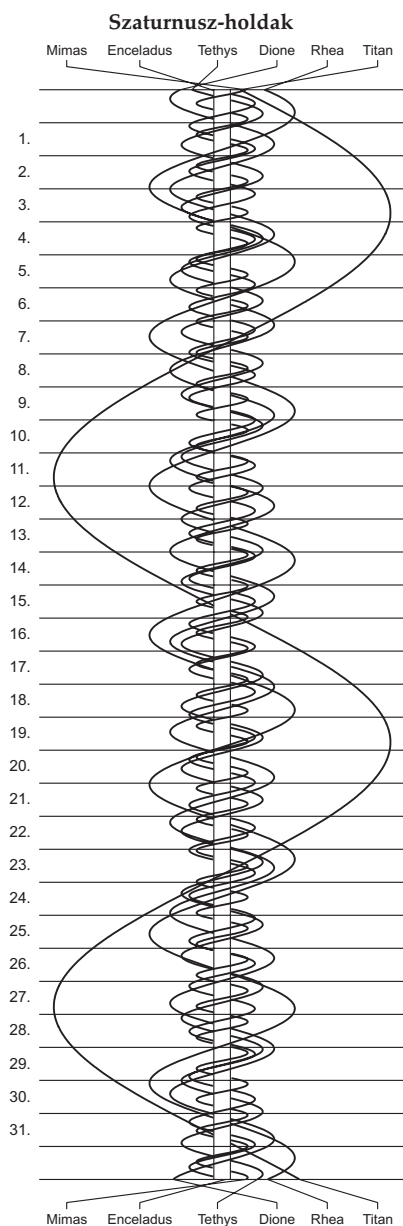
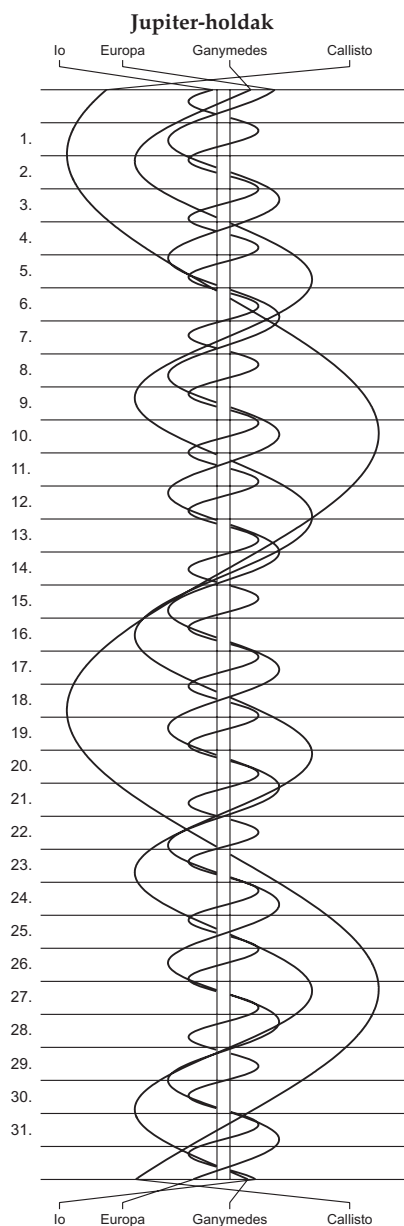
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



## CIKKEK





# KERESZTURI ÁKOS

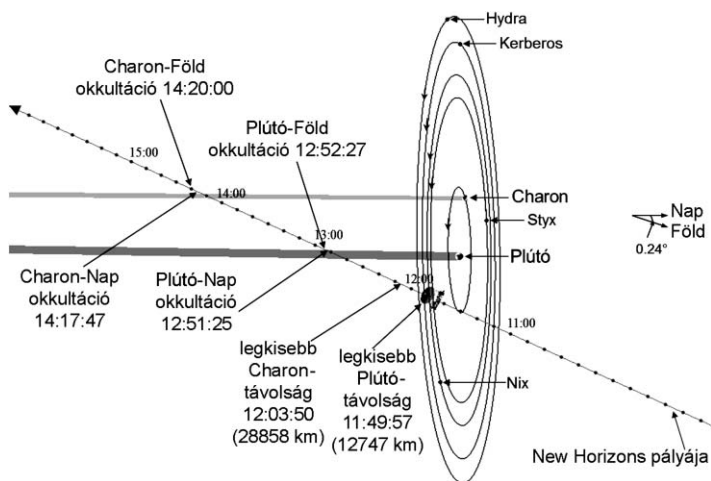
## Első eredmények a Plútó rendszeréről

A NASA New Horizons űrszondája 2015. július 14-én 11:49 UT-kor 12 472 km-re haladt el a Plútó felszínétől, 28 858 km-re a Charonétól, ekkor 13,8 km/s relatív sebességgel mozgott a pároshoz képest (1. ábra). A közelítés után 22 órával érkezett rádiójelek alapján sikeres volt a találkozó, majd a következő hónapok során fokozatosan érkeztek a részletes adatok a megfigyelésekről. Noha korábban felmerült, hogy nem kizárt az ütközés egy nagyobb porszemmel a bolygó környezetében, ennek esélyét igen alacsonyra becsülték, és ilyen esemény szerencsére nem is következett be. Az adatok feldolgozása jelenleg is zajlik, az első eredményeket az alábbiakban tekintjük át.

### Húvös, kompakt és ködös atmoszféra

A Plútó légkörében elsősorban nitrogént, emellett metánt, acetilént és etilént azonosítottak. A felszínen a nyomás 3-100 mikrobar között változhat a Plútó évszakos ciklusa során, a gázburok a randevú idején nagyságrendileg 1600 km magasra terjedt a felszín fölé. Az atmoszféra 200 km alatti része homogén összetételűnek mutatkozott az áramlások miatt. Az ionoszféra sűrűsége 700-900 km közötti magasságban érte el maximumát, tehát lényegesen magasabban az alább említett ködrétegeknél. Erős hőmérsékleti inverzió van a légkörben: nem a felszín volt a legmelegebb, amit talán az aeroszokok sugárzáselnyelő hatása okoz. Általánosságban érvényes, hogy a légkör vékonyabb és hidegebb a vártnál, és így kevesebb gázt is veszíthet a bolygó a korábban feltételezettnél.

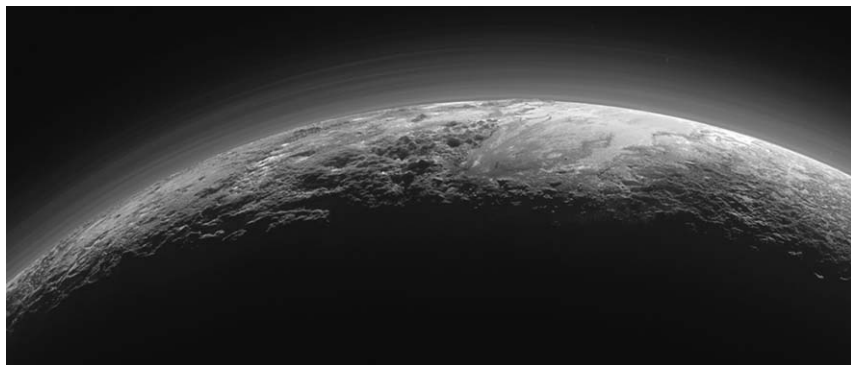
Sokkal több ködréteg van a Plútó atmoszférájában, mint várták (2. ábra). A ködrétegek közel 200 km-es magasságig követhetőek (a legalacsonyabb 6-10 km-rel volt a felszín felett), és legalább 20 volt belőlük. Ilyen ködöt korábban csak közvetlenül a felszín felett vártak a szakemberek.



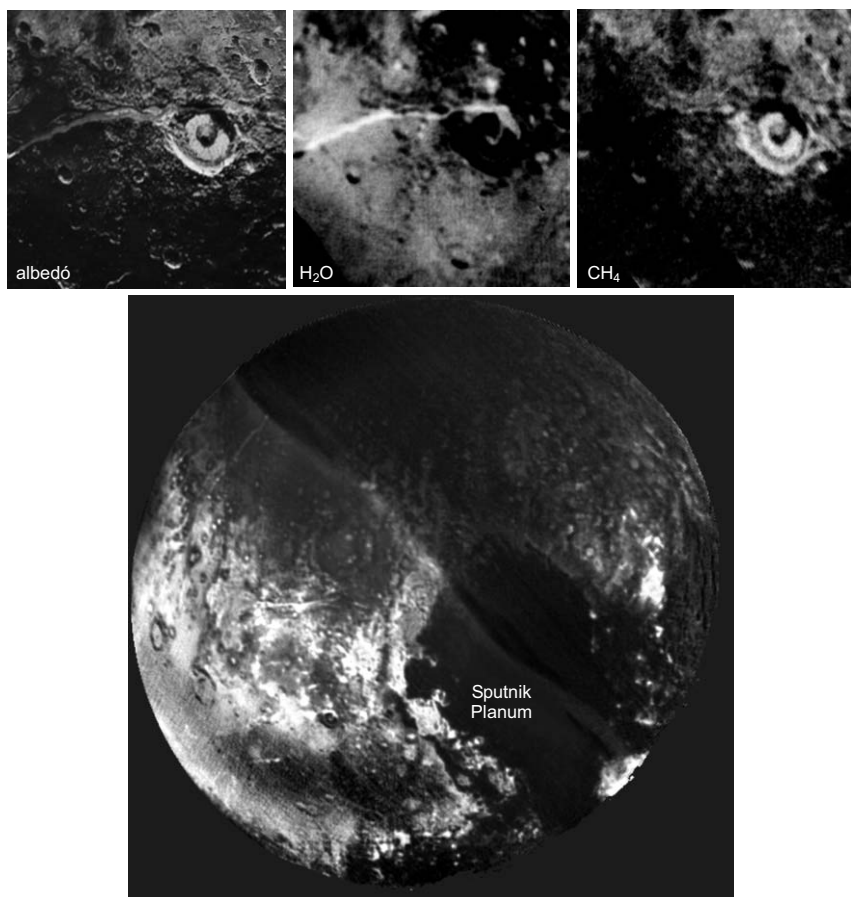
1. ábra. A találkozó geometriája (NASA, JPL, JHUAPL).

Maguk a rétegek a Plútó teljes korongja mentén megfigyelhetők, egy-egy réteg maximálisan 1000 km hosszan volt követhető, és körülbelül 1 km vastagok voltak, kékes árnyalatukat a rajtuk szóródott fény okozza.

A rétegek talán a Titan atmoszférájában jelen levő fotokémiai szmoghoz hasonlóak, mivel azzal közel azonos nyomásszinten mutatkoznak a Plútó légkörében. A köd szemcséi a becslések alapján, szemcsemérettől függően napok-hetek-hónapok alatt hullhatnak ki lefelé, ennek megfelelően jelenleg is



2. ábra. Ködrétegek a Plútó korongja peremén. A köd szemcséi feltehetőleg a Nap ultraibolya sugárzása nyomán képződött etilén- és acetilénszemcsékből állnak (NASA, JPL, JHUAPL).



3. ábra. A vízjég eloszlása a Plútón (lent). Jól látszik, hogy a Sputnik Planum területén lévő síkságot nitrogénjég alkotja, míg a vízjég a környező egyenetlenebb és idősebb vidékeken bukkan ki. Fent az Eliot-kráter környékének 300 km átmérőjű területe az átlagos fényvoisszaverő képesség (balra), a  $\text{H}_2\text{O}$  (középen) és a  $\text{CH}_4$  jegek (jobbra) eloszlását mutatva (Grundy et al. 2016).

aktív folyamat gyárthatja őket nagyságrendileg  $10^{-14}$  g/cm<sup>2</sup>/s rátával. A keletkezés mikéntje azonban még kérdéses, részben azért, mert a szóban forgó rétegek telítetlennek látszanak, tehát nehéz az aeroszol kiválása bennük. A köd anyagának összetétele kérdéses, talán metánból képződhet etilén és acetilén, illetve a HCN molekulák és leszármazottaik is előfordulhatnak bennük.

## Változatos felszín

A Plútó felszínén sokféle alakzat látszik, amelyek eredete esetenként még nem egyértelmű. A becsapódásos kráterek mellett vulkánok, tektonikus törések, síkságok, szublimációs eredetű mélyedések, hatalmas konvektív jégáramlások, gleccserszerű alakzatok, vándorló jéghegyek és egyéb érdekességek tarkítják a felszínt.

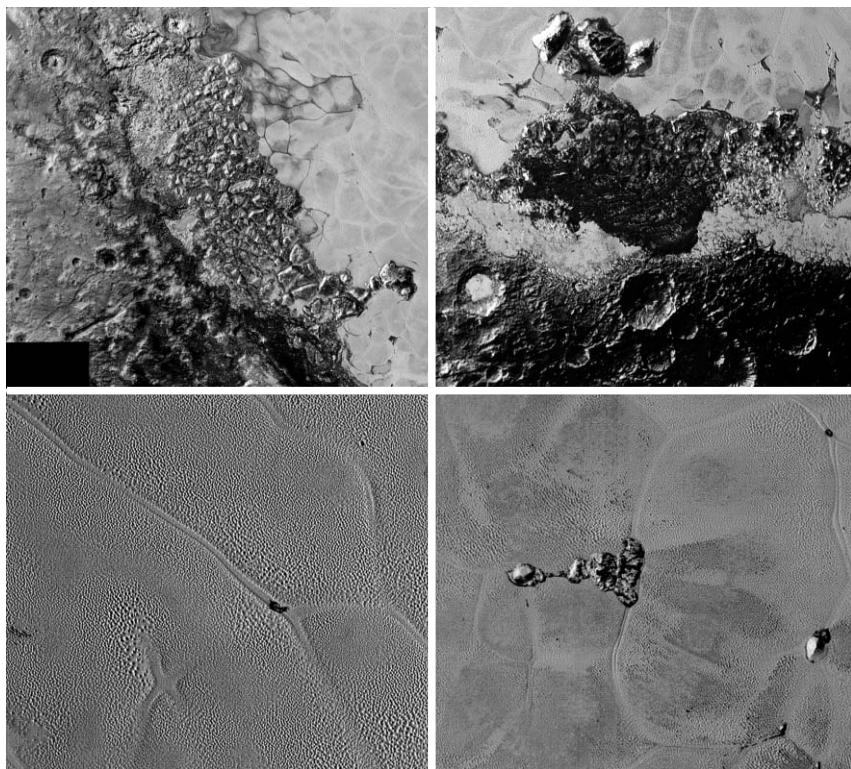
A felszínen eddig jég állapotú  $N_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $C_2H_6$  és  $H_2O$  azonosítása sikerült, a változatos sárga, piros, barna foltok színeinek keletkezésében hosszabb molekulaláncú szénhidrogének működhetnek közre. Utóbbiak jelenléte legvalószínűbb a Cthulhu-régióban, ahol  $C_3H_8$  molekula fordulhat elő nagy mennyiségben. A vízjég felszíni eloszlása egyenetlen, néhol jellegzetesen 0,1 mikrométeres a szemcseméret (ez kisebb, mint amekkorát a Charon vízjégénél feltételeznek), amorf vízjég nem azonosítható sehol a mérésekből. A Sputnik Planum és a Lowell-régió területén feltehetőleg más jégfajta borítja a vízjeget (3. ábra).

A Plútó felszínén a különféle jegek nagyjából földrajzi szélesség szerinti eloszlást mutatnak (a forgástengely sajátos helyzete ellenére): az egyenlítői vidékek sötétebbek és vörösebbek (itt van több vízjég), amelyeket észak felé világosabb, kevésbé vörösés vidékek követnek, a sarkvidék pedig enyhén sárgás árnyalatú. Ugyanakkor a jegek eloszlása egyben összetettnek is látszik, maga az egyenlítői vidék viszonylag inhomogén a kék és vörös színek eloszlását tekintve, és a fényes, szív alakú Tombaugh-régió nem illik ebbe a trendbe. Ha a jegek eloszlását csak a besugárzás befolyásolná, akkor a zonális mintázat tisztán jelentkezne – azonban a gyakorlatban mutatkozó bonyolultabb eloszlást intenzív és összetett légköri transzportfolyamatok okozhatják. A vízjég sok helyen a mélyben, egyéb jegek alatt fordulhat elő. A Plútó felszíni viszonyai között illékonyabb  $CH_4$  és  $N_2$  jegek helyzete a lejtők kiettségétől is függ (erősebb besugárzású és ezért melegebb lejtőkön kevesebb van belőlük). Ilyen szempontból a metán- és a vízjég eloszlása antikorrelációt mutat, míg a kráterperemek  $CH_4$  jégben, az aljzatok  $H_2O$  jégben gyakoribbak – az illékonyabb metánjég a magasabb területeken tudott inkább kiválni.

## Aktív folyamatok nyomain

Az 1000 km átmérőjű, a környező területhez viszonyítva 3-4 km-rel mélyebben fekvő *Sputnik Planum* (avagy szív alakzaton) a nitrogénjég-felszínét borító, szublimációs eredetű apró gödrök mellett hatalmas cellák lát-

szanak (4. ábra). A cellák belseje közel 50 m-rel magasabban van, mint a peremük, utóbbit egy körülbelül 100 m mély árok zárja le. A Sputnik Planum déli része nem mutat ilyen cellás szerkezetet, hanem km-es méretű apró „gödrök” sorakoznak rajta. A 10-40 km átmérőjű szerkezetek feltehetőleg *konvekciós cellák* felszíni megnyilvánulásai, ezeket egy legalább 1 km vastag nitrogénjég-réteg áramlása hozhatja létre. Modellszámítások alapján, a nitrogénjég *plasztikus* jellege miatt a Plútó mai hőtermelése révén is történhet itt konvekciós áramlás, amely a cellák tetején nagyságrendileg cm/év elmozdulást okoz, és ezzel körülbelül félmillió éves időskálán megújítja annak felszínét. Utóbbi érték lényegesen kisebb,



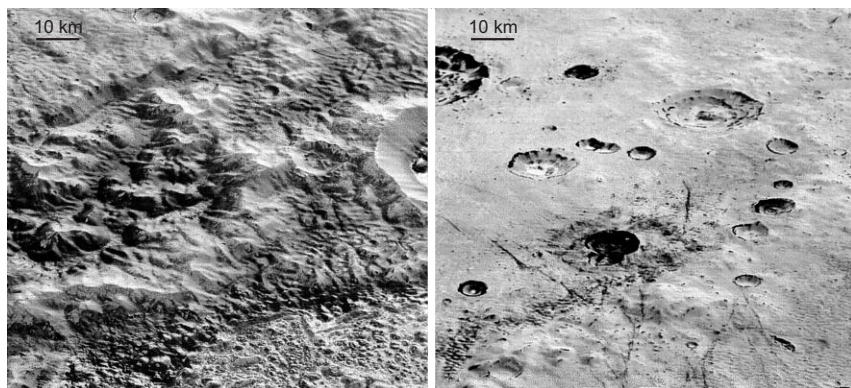
4. ábra. A Sputnik Planum peremvidékének 400 km széles részlete (balra fent), az idős vízjég (sötétebb, kráterezett) és fiatalabb nitrogénjég (világosabb, simább) határvidéke (jobbra fent), az áramló nitrogénjégcellák határvidéke (balra lent), és az általuk szállított vízjéghegyek néhány képviselője (jobbra lent) (NASA, JPL, JHUAPL).

mint a terület krátorsűrűsége alapján becsült 10 millió év körüli kor (a Sputnik Planumon a legrészletesebb, 350 m-es felbontású képeken sem látszik becsapódásos kráter). A nitrogénjég a nagy medence peremvidékén néhol a tőle eltérő kinézetű területre is átjut, még hozzá a földi gleccserekhez részben hasonló jégáramlatok segítségével.

A Plútó és a Charon *krátere*i sok érdekességet árulnak el mindkét égitestről. A 800 km átmérőjű Sputnik Planum egyébként a Charonnal mindig ellentétes oldalon helyezkedik el, elképzelhető, hogy pozitív gravitációs anomália (mascon) kapcsolódik hozzá, ami kedvez a mobilis külső burok egykori létének, utóbbi pedig egy ősi felszín alatti óceánnak. A közel 4 km mély medence kialakulása után, a benn felhalmozódó nitrogénjég tömegének közreműködésével a teljes Plútó-burok elfordítását (úgynevezett valódi pólusvándorlás) segítette, kialakítva a Sputnik Planum mai helyzetét. A kiterjedt mélyedés egy idős, legfeljebb 5 km magas és mára lepusztult peremű, részben feltöltött nagy becsapódásos medence lehet. A második legnagyobb azonosított becsapódásos kráter a Plútón a 250 km-es Burney (é. sz. 45°, k. h. 135°), amely szintén idős és lepusztult, de így is 3 km-es szintkülönbségű részeket tartalmaz – ugyanakkor a feltételezett kráterperem körül távolabb néhány még nagyobb, de igen bizonytalan gyűrű részei is sejthetők. Ezek a Callisto felszínén megfigyelt, a nagy medencék körüli óriási gyűrűkre hasonlítanak. Mind a Plútó, mind pedig a Charon esetében egyszerű és összetett szerkezetű kráterek egyaránt láthatók, még hozzá a pusztulás különféle fázisaiban a teljesen fiattól az alig felismerhetőig. A fiatal kráterek mélysége a Ganymedes és a Szaturnusz holdjainál megfigyelhető értékek között helyezkedik el, arra utalva, hogy a kéreg anyaga (feltehetőleg a vízjég része) elég szilárd. Néhol sötét haló övez egyes krátereket, eszerint a felszín alatt kis mélységben itt eltérő anyag lehet.

A cellákat formáló és lassan áramló nitrogénjégen néhány km átmérőjű magányos, fagyott vízből álló *jéghegyek* utaznak a Sputnik Planum területén. Mivel a vízjég kisebb sűrűségű a nitrogénjégnél, utóbbi lassú áramlása révén elviszi, és a felszínén szállítja a szív alakzat pereméről leszakadó jéghegyeket. Az áramlással kapcsolatban néhol nagyobb „jéghegy-csomók” keletkeznek, a Challenger Colles nevű térségben például 60×35 km-es csoportot alkotnak. Néhol pedig láncok formájában sorakoznak a jéghegyek, mutatva haladási irányukat.

A vándorló jéghegyeken kívül, azoknál nagyobb kiemelkedések is mutatkoznak. A nem hivatalosan Tombaugh-régióknak nevezett területen kiemelkedő *hegycsúcsok* néhol a 3,5 km magasságot is eléri (5. ábra a színes mellékletben). A hegyeket méretük alapján nitrogénjégnél kemé-



7. ábra. Egyelőre ismeretlen eróziós hatástól lepusztult vidék, amelynek mintázata részben eső által felszabdalt földi domb- és hegyvidékre emlékeztet. Az 50 km széles területet mutató képet a LORRI kamera készítette 15 perccel a legnagyobb közelítés előtt (balra). A világosabb felszíni takaró alatt mélyebben lévő sötétebb jéganyag a kráterekben (jobbra) a LORRI kamera képén, amely a legnagyobb közelítés előtt készült 15 perccel (NASA, JPL, JHUAPL)

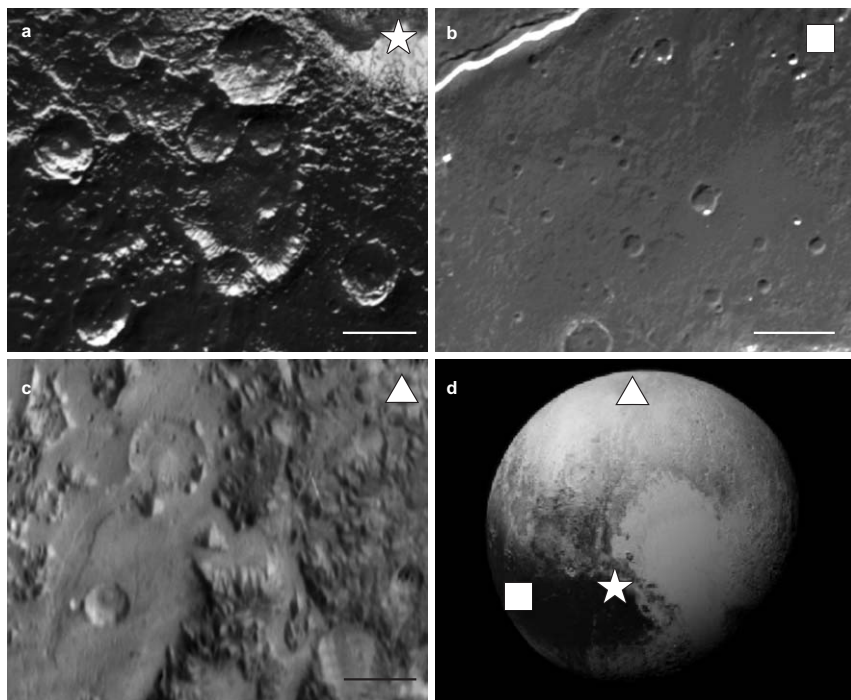
nyebb anyag alkothatja, feltehetőleg vízjég, amely a jellemző 55 K körüli hőmérsékleten szilárd.

Talán a legkevésbé értett képződmények az elnyúlt, néhol ívesen hajló, egymással részben közel *párhuzamos mélyedések* (6. ábra a színes mellékletben), amelyek eróziós képződmények lehetnek. Ezek vízjégből állhatnak, amelyek csúcsait valamilyen folyamat kissé lekerekítette. A 7. ábrán látható képződmények is eróziós folyamatra utalnak, ezek leginkább száraz éghajlatú földi vidékeken fellépő időszakos esőzések nyomaira emlékeztetnek – de lehet, hogy teljesen más az eredetük.

Két kiemelkedő *vulkáni* jellegű képződmény van a Plútón: a 4 km magas, 150 km átmérőjű Wright Mons (8. ábra a színes mellékletben), amelyen csak egy kráter látszik, azaz viszonylag fiatal lehet. Igen mély központi kalderája körül koncentrikus, hullámzó a felszín. Néhol lávafolyásra emlékeztető képződmény is azonosítható rajta, de általában véve igen szokatlan a megjelenése. A nagy kiemelkedéstől nyugatra néhány kisebb kerekded mélyedés is mutatkozik, talán ezek is kitörési központok. A másik nagy vulkanikus kinézetű hegy a Plútón a 6 km magas és 225 km átmérőjű Pickard Mons.

Több mint 1000 *kráter*t azonosítottak eddig a Plútó felszínén. A kráterek méreteloszlása a Kuiper-övben lévő objektumok méreteloszlására emlékeztet (9. ábra), és meglepő módon kevesebb kisebb kráter mutatkozik,





9. ábra. Három eltérő kráttersűrűségű vidék a Plútón: a) kráterekben közel telített, idős vidék, b) a Cthulhu fiatalabb területe, c) részben fiatalabb rétegekkel fedett, kráterekben viszonylag szegény vidék az északi poláris területeken. Mindegyik képen 40 km-es az aránymérték, és az a), b), c) fotók helyzete a d) ábrán látható (NASA, JPL, JHUAPL).

mint a modellek alapján várható, érezhető az eltérés a Szaturnusz holdjainak kráttersűrűségétől. Ugyanakkor az összehasonlítást megnehezíti, hogy a Plútó térségében az átlagos becsapódási sebesség mindössze 2 km/s lehet, így talán kissé eltérő morfológiájú kráterek jönnek létre, mint az óriásbolygók holdjain megfigyelhetők. Ha bebizonyosodik, hogy a kisebb kráterekből kevés van, az arra utal, hogy a Kuiper-öv térségében viszonylag gyorsan állt össze az anyag 100-200 km-es égitestekké, és ezek később nem mentek át olyan intenzív szétदारabolódáson, mint ami a Mars és a Jupiter közötti fő kisbolygóövben jellemző volt.

A Sputnik Planum kráterekben igen szegény vidék, pontos korbecslése még nem lehetséges, de akár mindössze 10 millió éves is lehet – ami gyakorlatilag jelenleg is zajló felszínalakulást jelez. A korbecslés bizonytalan-

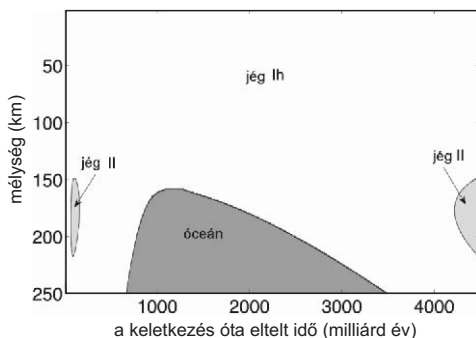


ságát nemcsak az okozza, hogy a Kuiper-övben a kisebb objektumok gyakoriságát kevésbé ismerjük, hanem mert a felszínen gyakori nitrogénjégen a kiemelkedések idővel kilapulhatnak. Másodlagos kráterekeket még nem sikerült azonosítani a Plútó felszínén.

## Belső szerkezet

A New Horizons mérései alapján a Plútó átmérője  $2374 \pm 8$  km, az átlagsűrűsége pedig  $1,86 \pm 0,013$  g/cm<sup>3</sup>, utóbbi kőzet-vízjég keverékből álló belsőt jelent – amely feltehetőleg legalább részben differenciálódott. A Plútó és a Charon közel azonos sűrűségű, utóbbi egy kicsit nagyobb arányban tartalmaz vízjeget, de ez nem akkora különbség, mint amit a becsapódásos eredetnél vártak. Összenyomódásra utaló tektonikus alakzat egyiken sincs, ellenben tágulásra utalók akadnak – mindez talán egy belső óceán fagyásával lehet kapcsolatban.

A 10. ábra egy lehetséges fejlődési utat mutat be, ami a felszín alatti 250 km mélységig érő tartományt jellemez. Eszerint a Plútó kialakulása után körülbelül 650 millió évvel egy felszín alatti óceán keletkezett, majd az elérte maximális 100 km-es vastagságát, és ezt követően lassan, mintegy 3,5 milliárd év alatt jéggá fagyott, miközben néhol speciális jégváltozatok is megjelennek a felszín alatt. A feltételezett óceán élettartama jelentősen nő, ha ammónia is van a rendszerben, ami csökkenti a fagyáspontot, emellett a felszínt megújító kriovulkanizmusnak is kedvez, mivel viszonylag gyenge az ammónia-víz keverék hővezető képessége, és ezért lassabban hűl és fagy meg az emelkedő kriomagma.



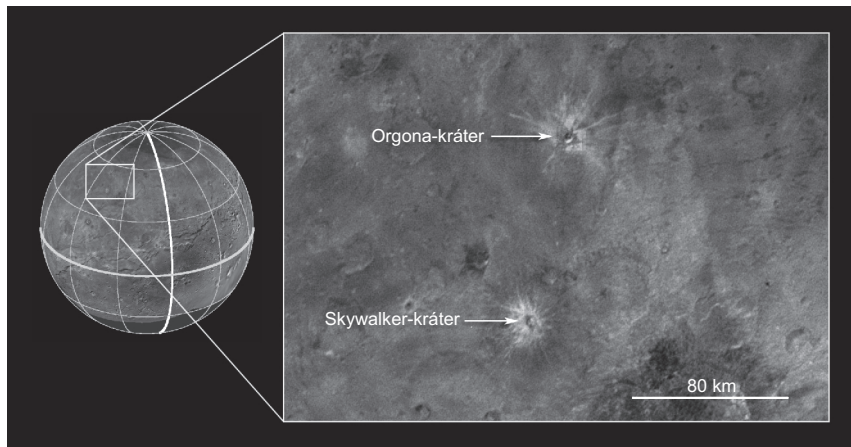
10. ábra. A Plútó belső szerkezetének egy fejlődési modellje (Hammond et al. 2016).

## Charon, a legtávolabbi meglátogatott hold

A Plútó legnagyobb holdja körül nincs atmoszféra, 0,1 nanobar a maximális nyomás. Ebben közrejátszik a Plútó légkörének csekély anyagvesztése is, amitől kevés gáz vándorolhat át a Charonra. Ugyanakkor a Charon sötét sarki területének kialakulásában olyan atomok, molekulák és gyökök működhetnek közre, amelyek talán a Plútó atmoszférájából származtak.

A Plútóval ellentétben a Charonra általánosan a szürke árnyalat jellemző (lásd az első belső borítót), az északi sarkvidék vöröses (Plútóhoz hasonló) színét kivéve, utóbbi az átmenetileg Mordor Macula névre keresztelt vidék, a 45. szélességi körtől északabbra. A különféle jegek közül színképi mérések alapján eddig víz- és ammóniajegeket sikerült kimutatni a Charon felszínén. Az első lehet a fő felszínalkotó anyag, amely az 1,65 mikrométer hullámhosszú elnyelési sáv alapján legalább részben kristályos szerkezetű. A kristályos vízjég felelhet főleg a neutrális színért és a 0,38 körüli albedóért. Ennél ritkább az ammóniajég, amely eltérő hidratáltságú.

A vöröses *sarkvidéki* terület keletkezésére a legvalószínűbb feltevés, hogy az ott időnként jellemző igen alacsony hőmérséklet miatt sok metánjég halmozódhat fel (bár utóbbit színképi úton 2016 tavaszáig nem sikerült az adatokban azonosítani). A forgástengely sajátos helyzete miatt



11. ábra. Az ammóniában gazdag Orgona-kráter, és az átlagos összetételű Skywalker-kráter – talán az utóbbi az idősebb és ezért annál a sugárzások mára lebontották az ammónia nagyobb részét (NASA, JPL, JHUAPL).

évtizedeken keresztül teljes sötétségben maradhat a sarkvidéki terület, ekkor akár 20 K alá is csökkehet a hőmérséklet, és ott stabilan megmaradhat a metánjég, amely akár a Charon belsejéből, akár a Plútó atmoszférájából is származhat. A térség később a Nap Lyman- $\alpha$ -sugárzásától kémiai átalakulásokon mehet keresztül. Az anyag a besugárzás hatására idővel hosszabb molekulaláncú szénhidrogénekké alakulhat, amelyekből végül úgynevezett tholinok (különféle hosszú szénláncú szerves molekulák) keletkeznek – utóbbiak pedig már stabilak lehetne a Charon sarkvidékén nyaranta jellemző 50-60 K-es „melegben” is.

A *jégek területi eloszlását* kismértékben a fiatal kráterek is befolyásolják. Közülük az Organa egy nemrég keletkezett sugársávós alakzat (11. ábra), amely sok fagyott ammóniát tartalmaz a törmeléktakarójában – ellentétben például a közeli Skywalker-kráterrel. Az első esetben erősen jelentkező ammóniajég feltehetőleg a felszín alatt fordul el nagyobb koncentrációban, és a becsapódás robbanása juttatta ki a felszínre, ahol idővel elbomlik a sugárzások hatására. Az ammónia eloszlása nagyon inhomogén a Charon felszínén. Ez az anyag azért fontos, mert erősen csökkenti a vízjég fagyáspontját. Az ammónia-víz keverék láva az egyik fő jelölt a Naprendszer külső vidékén fellépő kriovulkanizmus működtető anyagára. Néhány ilyen, az Organa-kráter törmeléktakarójához részben hasonló, fiatal és világos becsapódásnyomtól eltekintve az ammóniajég kis koncentrációban viszonylag egyenletesen fordul elő a Charon felszínén.

A *tektonikus* alakzatok közül a legfeltűnőbb az égitest jelentős részén körbefutó hatalmas repedésrendszer, amely táglalással jöhetett létre (lásd 11. ábra, illetve 12. ábra a színes mellékletben). A képződmény legalább 1600 km hosszú, benne néhol 10 km-es szintkülönbségek is mutatkoznak. A táglalással keletkezett alakzat kialakulására még nincs biztos válasz, de eséllyel lehet egy kiterjedt, ősi felszín alatti óceán megfagyásának következménye. A kanyontól délre (Vulcanum Planum területe) az északinál kevesebb kráter látszik, tehát fiatalabb a vidék, ahol a felszín újraalakult.

A Charon főleg vízjég alkotta felszínén jó néhány *becsapódásos kráter*t sikerült azonosítani (13. ábra), de ezek nem olyan változatos kinézetűek lepusztultság szerint, mint a Plútó kráterei. A közel 10 km-es becsapódásnyomok aljzata már nem egyszerű mélyedés, hanem közel sík vagy hullámzó futású, a 15 km-nél nagyobbak esetében jelenik meg a központi csúcs – ezek a méretek az óriásbolygók jégholdjain jellemző értékekhez hasonlóak, ugyanakkor a Charon kráterei mintha kissé sekélyebbek lennének azoknál. Sugársávok csak a Charon krátereinél látszanak, jellegzetesen sötétebb kráterbelsővel és világosabb sugarakkal, a Plútón nem sikerült ilyeneket megfigyelni. A legnagyobb kráter a Charonon a 230 km



13. ábra. A Charon egy töredezett vidékének áttekintő képe (fent), és egy 20 km széles rész kinagyított változata lent. Érdeemes megfigyelni, hogy több kráter is felülírja a repedéseket, ami arra utal, hogy viszonylag idősebb törésekről van szó (NASA, JPL, JHUAPL).

átmérőjű, 6 km mély, központi csúcsos Dorothy Gale. A kráterek megfigyelése alapján nehéz a pontos korbecslés (további mérések és modellszámítások is kellenek, például a vízjégben keletkezett kráterek időbeli állékonyságáról), de durva becslés alapján a legidősebb területek (főleg az egyenetlen északi félgömbön) közel 4 milliárd évesek lehetnek a Charon felszínén. Kérdés, hogy a Plútó naptávolságában lejátszódott-e a belső Naprendszerből ismert, késői nagy bombázási időszaknak nevezett esemény, amely például a mi Holdunk nagy krátereit is létrehozta.

A fent említett hatalmas tárgulások repedésektől délre lévő, átmenetileg Vulcan Planumnak nevezett síkságokon végzett kráterszámlálások mindegyesetre fiatalabbnak mutatják ezt a vidéket az északi részekhez képest – de így is idős terület lehet. Az eddigi megfigyelések alapján az egész déli síkság közel hasonló topográfiai szintben van, ami egy egységes, kiterjedt keletkezési eseményre utal – elképzelhető, hogy kriovulkanizmussal jött létre. Feltehetőleg a mélyből kinyomult jég töltötte fel a területet, amely

1. táblázat. A Plútó kisebb holdjainak adatai

név	méret	a forgástengely iránya	a forgástengely dőlésszöge a Plútó forgástengelyéhez
Styx	19 × 9 × 8 km ( $\pm 3$ km)	RA = 40°, D = $-64^\circ \pm 10^\circ$	$91^\circ \pm 10^\circ$
Nix	50 × 35 × 33 km ( $\pm 2$ km)	RA = 3°, D = $42^\circ \pm 10^\circ$	$123^\circ \pm 10^\circ$
Kerberos	19,5 × 10 × 9 km ( $\pm 2$ km)	RA = 225°, D = $76^\circ \pm 10^\circ$	$96^\circ \pm 10^\circ$
Hydra	65 × 45 × 25 km ( $\pm 10$ km)	RA = 263°, D = $-46^\circ \pm 30^\circ$	$110^\circ \pm 30^\circ$

később tektonikus folyamatok során tovább alakult, viszonylag összetett, repedések szabdalta síksággá formálódott. A terület több 3-4 km magas kiemelkedését 1-2 km mély árok veszi körbe, feltehetőleg itt a középen látható nagyobb blokkok lesüllyedtek, és magukkal húzták a környező felszínt, kialakítva a mélyedéseket. Minderre viszonylag régen kerülhetett sor, a Charon változatos felszínformái valószínűleg az égitest kialakulása utáni 0,5-1 milliárd évben keletkeztek, talán egy belső óceán megfagyása-szor fellépő tágluláshoz kapcsolódva.

A New Horizons űrszonda pontos mérései alapján a Charon átmérője  $1212 \pm 6$  km, átlagos sűrűsége pedig  $1,702 \pm 0,021$  g/cm<sup>3</sup>, a maximális szintkülönbség a hold korongjának peremét vizsgálva 20 km körül lehet. A Charon anyagának egy része szilikátos kőzet, a maradék pedig főleg vízjég. A Plútó–Charon rendszerről nyert újabb adatok és a friss modell-számítások alapján egyelőre nem sikerült biztosan azonosítani az égitestek keletkezési körülményeit, ugyanis mind a becsapódásos kilöködés elméletével (a Plútóból kiszakadó holdak lehetőségének) összhangban levő és annak ellentmondó megfigyelések is születtek.

A többi, *kisebb holdról* is készültek felvételek (14. ábra a színes mellékletben), ezek mindegyike a várakozásoknak megfelelően szabálytalan alakúnak mutatta a holdakat. A Styx kísérőről sajnos nem készült részleteket is mutató felvétel, de a közelítés során több hónapnyi fotometriai mérés született róla. A legrészletesebb képek, közel 300 m/pixel felbontással a Nix holdat mutatják, amelyen egy, körülbelül 15 km-es, a környezeténél sötétebb és vörösebb kráter, és körülötte egy kiterjedt haló látszik. A Kerberos esetében szintén viszonylag jobb felbontású képek készültek, a Hydra viszont a Plútó „túloldalán” volt a közelítéskor, egyébként mindkét hold elnyúlt alakúnak látszott. A Hydra és a Nix nagy kráteren kívüli vidékeinek színe hasonló, és ezen a két holdon sikerült néhány további krátert kimutatni.

A Charon kivételével a Plútó holdjainak nem kötött a tengelyforgása. Mindegyikük a Plútó–Charon kettős egyenlítői síkjában kering közel körpályán, és mozgásukat erősen perturbálja a Charon, emiatt tengelyforgásuk kaotikus jellegű. Mind a négyük rövidebb idő alatt fordul meg a tengelye körül, mint amennyi idő alatt megkerüli a kettőst, emellett forgástengelyük sem merőleges a pályasíkjukra – de az egész rendszer viszonylag stabilnak tűnik (1. táblázat).

## Összefoglalás

Mind a Plútó, mind pedig a Charon összetettebb és változatosabb felszínű a vártnál, néhol egész fiatal vidékekkel. Komplex felszínfejlődés, lerakódásos és pusztulásos időszakokkal, vulkanizmussal, szilárd fázisú konvekcióval, gleccserszerű jégmozgással, valamint felszín alatti óceán befagyásával összeegyeztethető tektonika ismerhető fel. A Plútó esetében akár jelenlegi aktivitás is elképzelhető. A két égitest jelentős felszínalakulása alapján érdemes továbbgondolni az apró égitestek fejlődésének jellemzőit, ami igen változatos és esetenként egymástól eltérő lehet. A Charonhoz hasonló méretű Ceres törpebolygónál például nincsenek belső eredetű aktivitásra utaló nyomok, a Plútónál nagyobb Callisto sem mutat ilyeneket. Az eltérések oka feltehetőleg az összetételbeli különbségekben, illetve a fellépő árapályhatás jellemzőiben rejlik. A vízjégbe kevert ammónia jelentősen csökkenti a vízjég szilárdságát és olvadáspontját, megnövelve az aktivitást.

A Plútó atmoszférája, főleg annak magasabb része hidegebb és kompaktabb, mint várták. Ennek következtében 2-3 nagyságrenddel kisebb lehet a gázok elszökési rátája. Így a Plútó légkörének és a napszélnek a kapcsolata inkább a Mars, mint az üstökösmagok napszéllel való kölcsönhatására hasonlít.

Nagy, ősi becsapódásnak nincs nyoma egyik égitesten sem, noha a keletkezési modellek alapján a Charon és a többi hold anyaga egy nagy ütközéskor löködtött ki. Az ezt követő árapály-kölcsönhatás miatt fellépő tengelyforgás-lassulásnak is nyomot kellett volna hagynia a Plútó lapultságában – aminek szintén nincs jele. Ugyanakkor, ha az árapálylassulás után is képlékeny volt az égitest belseje, az esetleges deformáció idővel megszűnhetett, de néhány felszíni repedés így is fennmaradhat. Egy feltételezett óceán lassú, fokozatos befagyása, a víz szilárdulásakor fellépő térfogat-növekedés jelentős felszíni aktivitást generálhat, utóbbi összeegyeztethető néhány új megfigyeléssel.

# SZABADOS LÁSZLÓ

## Planetáris ködök

A planetáris ködök a legszebb égi látványosságok közé tartoznak. A csillagászok azonban nemcsak a szépségük miatt érdeklődnek irántuk, hanem főként azért, mert tanulmányozásuk által olyan információkhoz juthatnak a csillagfejlődéssel és a Tejútrendszer kémiai evolúciójával kapcsolatban, amilyenekhez másképpen nehezebben vagy talán egyáltalán nem.

### Történeti visszapillantás

A csillagászok Galilei kora óta használnak távcsövet megfigyeléseikhez, hogy azokkal szabad szemmel nem látható égitesteket is észleljenek. Az egyre jobb leképezésű távcsövek lehetővé tették, hogy a halvány csillagokon kívül alacsony felületi fényességű kiterjedt objektumokat – ködöket – is megpillanthassanak az éjszakai égen. Közismert *Charles Messier* úttörő munkássága a ködösségek szisztematikus keresése és katalógusba foglalása terén. Ennek során 1764-ben a Vulpecula csillagképben vett észre egy olyan derengő foltocskát, amelyről ma már tudjuk, hogy az az elsőként felfedezett *planetáris köd* (Messier katalógusában M27 néven szerepel).

Az első ilyen objektum megtalálása óta negyed évezred telt el, de még most is sok a tisztázni való, és kutatásuk közben meglepő eredmények is születnek. Az elsődleges cél annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy milyen tulajdonságú csillagokból és hogyan alakulnak ki a planetáris ködök, de emellett más kérdésekre is választ ad a beható vizsgálatuk.

Visszakanyarodva a kezdetekhez, az ugyancsak francia *Antoine Darquier de Pellepoix* 1779-ben a  $\beta$  és  $\gamma$  Lyrae között pillantott meg egy kis kekek fénylést, amelyet tőle függetlenül néhány héttel később Messier is észrevett (M57). A következő évben a szintén francia *Pierre Méchain* felfedezte a később M76 néven katalogizált planetáris ködöt, majd rá egy évre az M97-et is.

A felfedezések sora folytatódott, de e ködök valódi természetének tisztázására még évtizedeket kellett várni. Így fordulhatott elő, hogy amikor *William Herschel* ugyancsak a ködösségek katalógusba foglalásába kezdett, az általa 1782-ben felfedezett fénylő foltocskát (ma NGC 6543 néven ismerjük) *planetáris ködként* írta le, mivel a köd alakja és színe a korábban ugyancsak általa felfedezett Uránusz bolygóra emlékeztette őt. Amennyire szemléletes ez a csillagászati irodalomban meggyökeresedett elnevezés, legalább annyira zavaró, sőt megtévesztő, mivel az ilyen ködöknek semmi közük sincs a bolygókhoz. (Ennél is félrevezetőbb a bolygószerű ködre magyaráított változat.)

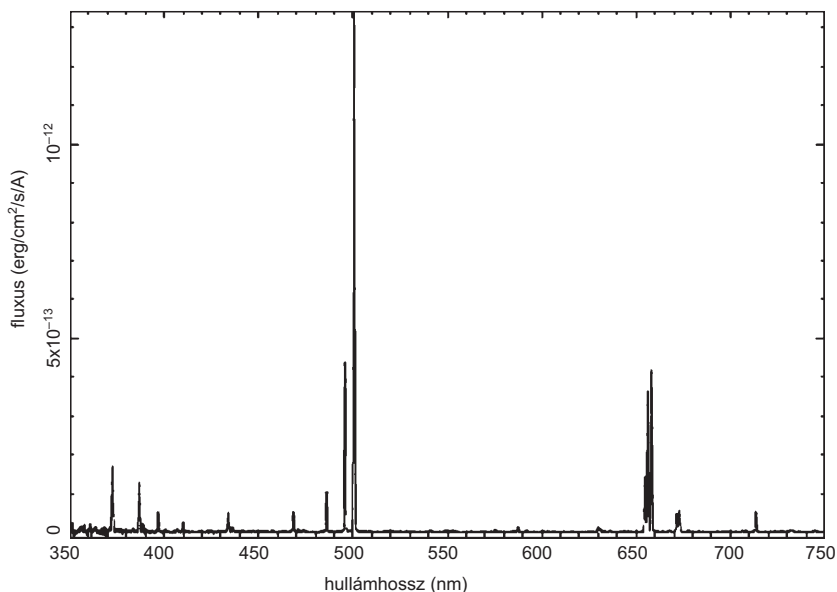
A planetáris ködök természetének megfejtése felé az első lépést ugyan csak *William Herschel* tette, amikor észrevette, hogy a ma NGC 1514-ként ismert köd kellős közepén egy csillag található. *Herschel* leírása szerint a 3 ívperc átmérőjű kerek ködösség a csillag légköre. Ezzel egyszersmind kizárta azt a lehetőséget, hogy jobb felbontás esetén az ilyen ködök csillagokra bonthatók. (A csillagokra bontható „ködfoltokra” példa a csillaghalmozatok és a közeli extragalaxisok.) Más planetáris ködök centrumában is találtak központi csillagot, és folytatódott az újabb planetáris ködök felfedezése is: például *W. Herschel* fia, *John* 16-ot talált a déli ég feltérképezése közben. Az 1888-ban megjelent NGC katalógusban (New General Catalogue of Nebulae and Star Clusters – Ködök és csillaghalmozatok általános katalógusa) *John Dreyer* már 95 planetáris ködöt szerepeltetett.

Kétségtelen, hogy a planetáris ködök a csillagos ég leglátványosabb objektumai közé tartoznak, de a távcsöves élmény alapján történt leírásuk nem vitt közelebb a természetük tisztázásához (1. ábra). Újabb fontos fejleményt – mint sok más esetben is – a spektroszkópia csillagászati alkalmazása hozott. Amikor 1864-ben *William Huggins* távcsövét a Draco csillagképbeli NGC 6543-ra irányozta, a távcsőre szerelt spektroszkópon át mindössze egyetlen fényes (emissziós) vonalat látott színek gyanánt. Emlékezetes, hogy *Kirchhoff* második törvénye szerint a forró, ritka gázok színeképe emissziós vonalakból áll. Egy év elteltével egy jobb minőségű spektroszkóppal észelve már három emissziós vonal tűnt fel ugyanezen köd



1. ábra. *William Parsons* rajza egy planetáris ködről 1850-ből.





2. ábra. Színkép egy planetáris ködről az ionizált oxigén jellegzetes zöld vonalával és több más emissziós vonallal. (Forrás: David Frew, 2008)

színképében. A 486,1 nm hullámhossznál levőt a hidrogéntől származó vonalként sikerült azonosítani (mai nevén a Balmer-sorozat  $H\beta$ -vonala), viszont a másik kettőhöz a hullámhosszuk (495,9 és 500,7 nm) alapján nem tudott ismert kémiai elemet hozzárendelni. Úgy gondolta, hogy új elemet talált a periódusos rendszerben, amit el is nevezett *nebulium*nak.

Nem ez volt az első eset, hogy egy csillagászati objektum spektrumában látszó erős vonalat nem sikerült valamelyik ismert elem laboratóriumi színképvonalával azonosítani. Az 1859-es napfogyatkozáskor a Nap kromoszférájában megjelent vonalat egy akkor még ismeretlen kémiai elemnek, a héliumnak tulajdonították (Héliosz a Nap görög neve), majd egy évtizeddel később ugyancsak egy teljes napfogyatkozás alkalmával a napkoronában feltűnt vonalakat szintén egy akkor még ismeretlen elemnek, a koroniumnak. Míg a héliumot 1895-ben laboratóriumi színképben azonosították, a nebulium (és a koronium) rejtélyének megoldására még jó néhány évtizedet kellett várni.

A képük alapján páratlan látványt nyújtó planetáris ködök színképe amúgy meglehetősen: az általuk kibocsátott fény 90-95%-a egyetlen zöld

vonalpárba koncentrálódik (2. *ábra*). Ezen alapul a felfedezésük egy – immár 20. századi – módszere. Egy nagy látómezejű távcső elé kis törőszögű prizmát, úgynevezett objektívprizmát szerelve a távcső által alkotott képen minden csillag helyén gyenge felbontású spektrum látszik. A planetáris ködök esetében ez a színek nem keskeny csík, hanem csupán az emissziós vonal helyén megjelenő fénypont (a hullámhosszában alig különböző két zöld vonal egybeesődik).

A 20. század elején az egyre nagyobb átmérőjű és jobb képet alkotó távcsövekkel megfelelően hosszú expozíciós idejű fotókat készítve az is kiderült, hogy mennyire változatos a planetáris ködök alakja: a népszerűsítő könyvek által sulykolt kerek fénylés a legkevésbé tipikus. Rejtélyes kettős lebenyek, nyúlványok, sugarak teszik igencsak változatossá a planetáris ködök varázslatos világát. A formagazdagságot leginkább az 1990 óta működő Hubble-űrtávcső által készített felvételeken tapasztalhatjuk meg – nem véletlen, hogy e cikk színes szemléltetőanyagában is számos Hubble-felvétel kapott helyet.

A Lick Obszervatóriumban dolgozó *Heber Curtis* 1918-ban fontos felismerésre jutott az ottani távcsövekkel észlelhető 78 planetáris köd képeinek elemzése során. Feltűnt neki ugyanis, hogy e ködök (csakúgy, mint a diffúz ködök) helye az égbolton közel esik a Tejúthoz (azaz a Tejútrendszer síkjának égi vetületéhez). A „spirálködök” viszont minden más irányban egyenletesen fordulnak elő az égen, csak éppen a Tejút síkjának környékét kerülik. Ennek alapján *Curtis* arra következtetett, hogy a planetáris ködök a diffúz ködökkel együtt a Tejútrendszer részei, a spirálködök viszont attól független rendszerek – talán önálló galaxisok.

*Curtis* ráadásul más érdekességre is felhívta a figyelmet. A gyűrű alakúnak látszó planetáris ködök nyilvánvaló modellje egy belül üres gömbhéj, amelyet érintőirányból nézve fényesebbnek látunk, mint a gömb középpontjához közelebbi irányokban nézve. Egy homogén gömbhéj felületi fényessége egyszerűen megadható a centrumtól mért távolság függvényében. A *Lyra* csillagképbeli Gyűrű-köd belsejének fényességi eloszlása azonban nem engedelmeskedik ennek a képletnek: belül sokkal halványabb a vártnál, mintha nem gömbhéjról, hanem valóban gyűrű alakról (szakkifejezéssel tóruszról) lenne szó (3. *ábra* a színes mellékletben). És attól függően, hogy milyen irányból nézzük a gyűrűt, egészen furcsa vetületi alakok adódhatnak, akár téglalap alakú ködöt is láthatunk (4. *ábra* a színes mellékletben).

Ha már a Hubble-űrtávcsöves felvételeket említettük, akkor essék itt szó magáról a csillagászművészeti évkönyvről is, akiről ez az űrtávcső a nevét kapta. 1922-

ben, amikor már öt éve működött a Mt. Wilson-on a 2,5 m tükörátmérőjű óriástávcső, az ezzel készített fényképfelvételeket elemezve *Edwin Hubble* összefüggést talált a planetáris ködök mérete és a központi csillaguk fényessége (vagyis a kibocsátott energia) között. Hubble magyarázata szerint a köd emissziós színekepe a csillag által kibocsátott folytonos ibolyántúli fény visszasugárzása más hullámhosszon. Ez idő tájt *William Campbell* és *Joseph Moore* 23 planetáris ködnél mutatott ki belső mozgást, ugyancsak a wilson-hegyi teleszkóppal készített spektrumok alapján. Ugyanők azt is észrevették, hogy négy köd esetében a színeképvonalak fel is hasadnak, ami a köd tágulására utal (a köd innenső és túlsó széle ellenkező irányban mozog). A tágulási sebesség (20-30 km/s) mértéke a köd méretváltozását figyelembe véve nagyjából 10 000 évet ad a köd korára, de a két amerikai nem így gondolkodott: ők a köd forgásával magyarázták a vonalkiszélesedést és -felhasadást.

A Mt. Wilson Obszervatóriumban az észlelőkön kívül elmélettel foglalkozók is dolgoztak. Közülük *Ira Bowen* érdeme, hogy 1928-ban sikerült rájönnie a nebulium vonalainak eredetére: a vonalak az oxigéntől származnak, de az oxigénatomok nem a Földön (beleértve a laboratóriumokat is) megszokott állapotban vannak, hanem ionizálva, mégpedig két elektronjuktól megfosztva, ráadásul rendkívül alacsony sűrűségű közegben. Csakis szélsőségesen ritka közegben alakulhat ki az oxigénatom 495,9 és 500,7 nm-es hullámhosszaknak megfelelő, úgynevezett *tiltott átmenete* (jele [OIII]). A tiltott vonal elnevezés onnan ered, hogy az ütközéssel gerjesztett állapotból az alapállapotba jutást tiltják a leegyszerűsített kvantumszabályok. A valóságban ezek megengedett átmenetek, de bekövetkezésük valószínűsége nagyon csekély, mert a gerjesztett metastabil állapot nagyon hosszú ideig fennmaradhat az egészen ritka közegben.

A planetáris ködök színeképében ezek után a nitrogén és a neon tiltott átmeneteitől származó vonalakat is sikerült azonosítani. (A koroniumvonalak eredetét pedig 1939-ben sikerült megmagyarázni a 13 elektronját elvesztett vasatom – jelölése [FeXIV] – ugyancsak tiltott vonalaként.)

A modern fizikán belül akkor már fontos szerepet betöltő kvantumelmélet alkalmazásával *Herman Zanstra* meghatározta a planetáris ködök központi csillagainak hőmérsékletét. Annyit kellett csak feltételeznie, hogy a köd minden olyan fotont elnyel, amelyik képes ionizálni a hidrogént. A színeképben megjelenő emissziós Balmer-vonalak erősségéből elképesztően magas értékeket kapott: 30 000 kelvint vagy még azt is jóval meghaladó hőmérsékletet. Az ilyen forró csillagok által kisugárzott nagy energiájú fotonok persze könnyen ionizálni képesek a körülöttük levő ritka köd atomjait.

1936-ban újabb meglepő tény birtokába jutottak a csillagászok. *John Duncan* a Gyűrű-ködről (M57) készített fényképfelvételen korábban láthatatlan részleteket fedezett fel: a gyűrűt kifelé halvány fátyol burkolja, amelyet még kijebb egészen halvány, kör alakú haló (fényudvar) övez.

A csillagfejlődés részletei az 1950-es évektől kezdtek tisztázódni. A planetáris ködök központi csillagairól elsőként *Joszif Sklovszkij* közölte (1956-ban), hogy azok nagyon hasonlóak a fehér törpékhez, és szerinte maguk a ködök a vörös óriás fejlődési állapot következményei.

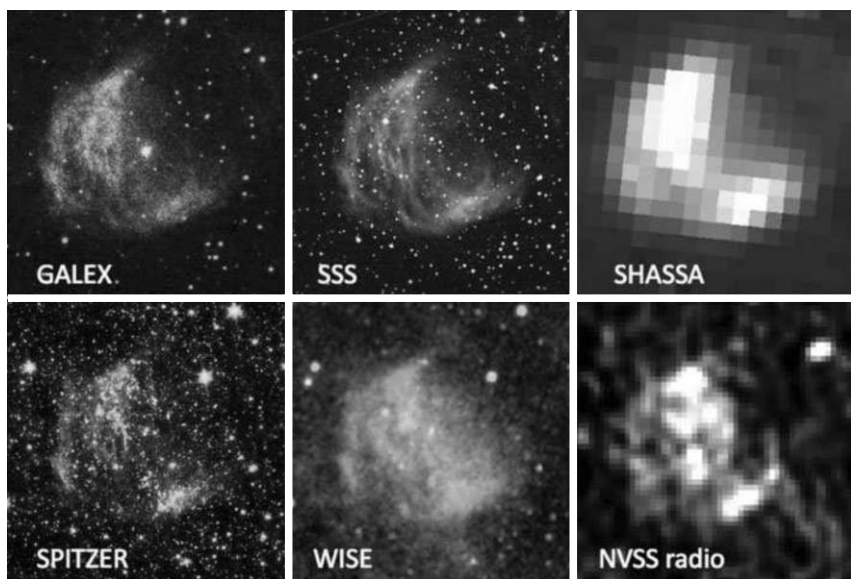
Jelentős dátum a planetáris ködök kutatásának történetében 1967: ekkor tette közzé két cseh csillagász, *Luboš Perek* és *Luboš Kohoutek* a Tejútrendszerben addig ismertté vált 1036 ilyen objektum katalógusát. A felfedezések sora azóta is folytatódott, és már nemcsak a saját galaxisunkban találnak planetáris ködöket, hanem távoli extragalaxisokban is. A Tejútrendszerben jelenleg körülbelül 3500 planetáris köd ismert (beleértve az annak gyanított objektumokat is), de becslések szerint ennél jóval több, akár 10 000 is létezhet egyidejűleg. Ez a tejútrendszerbeli csillagok 200 milliárdra becsült számához képest mégis elenyészően kevés, ami azt jelzi, hogy kozmikus időskálán egészen rövid élettartamú képződményekről van szó.

## A planetáris ködök nem optikai hullámhosszakon

A legutóbbi évtizedekben – részben űrtávcsöves mérések alapján – az is kiderült, hogy a planetáris ködök az elektromágneses színek valamennyi tartományában sugároznak, a rádióhullámoktól a röntgensugarakig.

Egy abszolút 0 foknál magasabb hőmérsékletű test az elektromágneses színek minden hullámhosszán sugároz. A kibocsátott hőmérsékleti sugárzás persze lehet kimutathatatlanul csekély bizonyos színek tartományokban, míg másokban az égitestről jövő fény domináns részét is kiteheti. A legforróbb (millió-tízmillió fokok) testek a röntgentartományban bocsátják ki hőmérsékleti sugárzásuk nagy részét, a szobahőmérsékletű testek főleg infravörösben, a lehidegebbek pedig a mikrohullámú tartományban sugároznak (ez utóbbira jó példa a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás, amely jelenleg 2,7 K hőmérsékletű fekete test sugárzásának felel meg).

Egy planetáris köd viszont nem égitest a szó eredeti értelmében, hanem jelenség, amelyet a köd különféle alkotóelemeinek kölcsönhatásai, a ködben lezajló atomi folyamatok tesznek észlelhetővé. A planetáris ködök optikai



5. ábra. Az Abell 21 planetáris köd különféle hullámhosszakon. A GALEX közeli-UV-felvételén jól látszik a forró gerjesztő csillag a centrumban, míg az optikai képen (a felső sor közepén) nem. A Spitzer és WISE űrszondák más-más infravörös-hullámhosszakon észlelték. (Forrás: Parker et al. 2012)

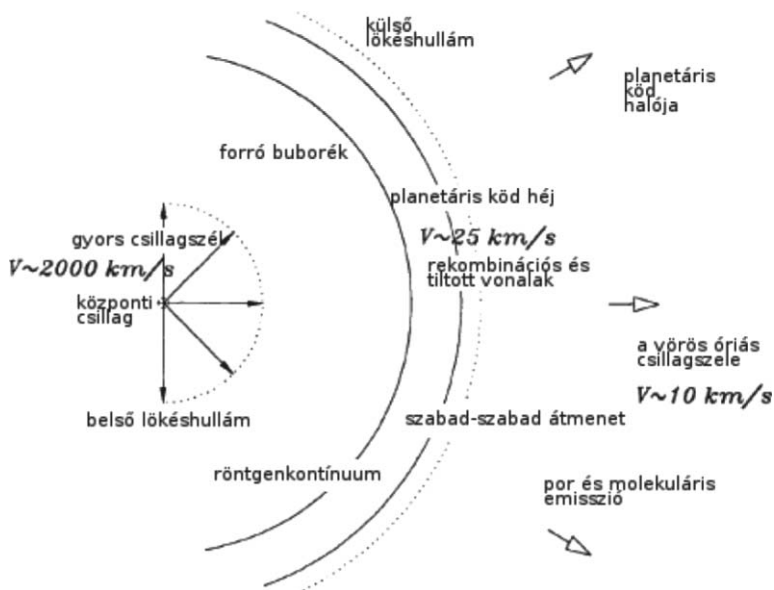
színképéről már esett szó korábban, most azt tekintjük át röviden, hogy más hullámhosszakon észlelve milyen további információkhoz jutunk (5. ábra).

A rádiótartományban a köd felől érkező folytonos sugárzás nem terminus jellegű, hanem a ködbeli atomokból kivált, sebesen száguldozó elektronok úgynevezett fékezési sugárzása (szabad-szabad átmenet) (6. ábra). A valamivel nagyobb energiájú fotonoknak megfelelő infravörös tartományban viszont már számottevő hőmérsékleti sugárzás is észlelhető, amelyet a ködben található porszemcsék bocsátanak ki. Ez a sugárzás 60–250 K közötti hőmérsékletű fekete testnek felel meg, és attól a portól származik, ami a központi csillag közelmúltbeli vörös óriás állapotában lassú csillagszállal távozott légköréből keletkezett a csillagtól megfelelő távolságban. A részletes infravörös-színképekből a milliméteresnél kisebb porszemcsék kémiai összetételére is lehet következtetni. A jellegzetes színképvonalak, illetve -sávok alapján olivint és piroxént is azonosítottak a planetáris ködök porkompenensében, de a szén-monoxid-molekula és sokgyűrűs aromás szénhidrogének (az angol nyelvű szakirodalomban PAH-molekulák) spektrális jegyeit is azonosították már.

Eddig ismeretlen planetáris ködöket is érdemes infravörös-hullám-hosszakon keresni. Alacsony galaktikus szélességeken ugyanis a csillagközi elnyelés miatt nem lehet messzire ellátni a látható fény hullámhossztartományában. Infravörösben viszont akár a Tejútrendszer középpontjáig is ellátni, és a középínfravörös spektrális jegyek alapján sok távoli planetáris ködöt sikerült észrevenni a Spitzer-űrszonda mérései alapján.

A planetáris ködök központi csillagai legnagyobb részben az ibolyántúli (UV) tartományban sugároznak. Az IUE műhold műszereivel kapott UV-színképekből közvetlenül is kimutatták a planetáris ködök forró központi csillagáról távozó nagy sebességű csillagszelet. Az UV-ben végzett vizsgálatokkal az eddig nem észlelt központi csillagok is kimutathatók. A ködök távolságának meghatározásánál (l. később) fontos szerepet kapó csillagközi extinkció mértékét az UV-színképben 220 nm-nél jelentkező fokozott elnyelés mértékéből lehet becsülni.

Röntgensugárzás is észlelhető a planetáris ködök felől, ugyanis a bennük található forró (millió fokok hőmérsékletű), de ritka plazma ebben a tartományban sugároz. Különösen akkor van esély a planetáris ködök röntgensugárzásának kimutatására, ha a köd centrumában Wolf–Rayet-

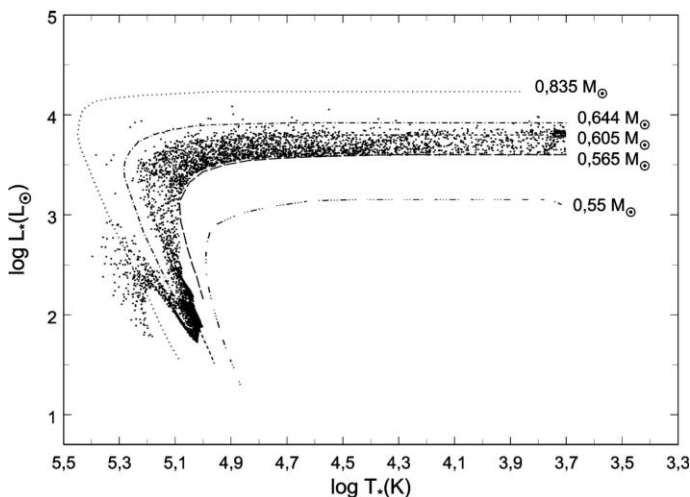


6. ábra. Egy planetáris köd szerkezetének vázlata. (Sun Kwok nyomán)

csillag található. Az ilyen csillagokból származó csillagszél olyan heves (sebessége elérheti az 1000 km/s értéket is), hogy a kód korábban odakerült anyagába csapódva kialakuló lökéshullám rendkívüli hőmérséklet-emelkedést okoz.

## A planetáris ködök kialakulása

A Tejútrendszerben ismert planetáris ködök viszonylag kis számából is sejteni lehet, hogy ez az állapot a csillagfejlődésnek egészen rövid időszaka. Ez a fázis akkor következik be, amikor egy közepes tömegű (kialakulásakor 1–8 naptömegnyi anyagot tartalmazó) csillag fejlődése vége felé az aszimptotikus óriáságot elhagyva fehér törpévé válik (7. ábra). Ennek során a vörös óriáscsillag leveti külső rétegeit, és évente  $10^{-4}$ – $10^{-7}$  naptömegnyi anyagot bocsát ki csillagszél formájában. A távozó anyagban a hidrogén és hélium mellett a csillag belsejében korábban felépült magasabb rendszámú kémiai elemek, például szén, nitrogén, oxigén, neon atomjai is vannak. A következő csillaggenerációk már a nehezebb elemekben dúsabbá vált csillagközi anyagból épülnek fel. Végeredményben a Napnál nagyobb tömegű csillagok legtöbbjéé átmegy a planetáris kód fejlődési fázi-



7. ábra. A planetáris ködök központi csillagainak helye a Hertzsprung–Russell-diagramon a vörös óriásoktól a fehér törpe állapot felé haladva. (Sun Kwok nyomán)

son. Az 1 naptömegnél kisebb kezdeti tömegű csillagok fejlődése az aszimptotikus óriáságról elkerülve viszont olyan lassú, hogy nem alakul ki körülöttük észlelhető planetáris köd.

A vörös óriásként még 3000 K felszíni hőmérsékletű csillag külső rétegeitől megszabadult magja magas hőmérsékletű, mérete pedig kicsi, emiatt a felszínén megnő a gravitációs gyorsulás, így az anyag nem tud elszökni, leáll a tömegvesztés. Az ezt követő rövid időszakban *protoplanetáris köd* (vagy preplanetáris köd) a csillagot körülvevő anyag neve, amely akkor még a csillag fényét reflektálva világít. A szénből és oxigénből álló csillagmagot egészen vékony hidrogénréteg burkolja, amelyben zajlik a hidrogén fúziója héliummá, emiatt pedig egyre nő a hőmérséklete. Amikor az effektív hőmérséklet eléri a körülbelül 30 000 K-t, olyan sok foton energiája haladja meg a Lyman-határt (13,6 eV), hogy a csillagot körülvevő anyag teljesen ionizálódik (a folyamat neve *fotoionizáció*). A köd ekkor kezdi kibocsátani a hidrogén rekombinációs színképvonalait, illetve az ütközéssel gerjesztett tiltott vonalakat (ilyenek az [OIII] vonalai is). A fotoionizáció beindulásával jön létre a planetáris köd.

A planetáris ködben lezajló folyamatok lényege az úgynevezett *kölcsönható csillagszél* modelljével írható le. Hozzá kell tenni azonban, hogy az aszimptotikus óriásági csillagok tömegvesztésével kapcsolatban még sok a tisztázni való.

Az aszimptotikus óriásági fejlődési fázisban a csillagszél 10-15 km/s sebességgel fújja kifelé az anyagot, a tömegvesztési ütem pedig  $10^{-7}$  naptömeg/év. Ezt egy hirtelen felgyorsuló, de egészen rövid ideig tartó tömegvesztés (szuperszél) követi, majd amikor a csillag gyakorlatilag megszabadult a burkától (a maradék atmoszféra tömege legfeljebb 0,001 naptömeg), egyre forróbbá válik, és a tömegvesztés nagyon lassú ütemben ( $10^{-8}$  naptömeg/év) folytatódik, ám az anyag ilyenkor már nagy (200 és 2000 km/s közötti) sebességgel távozik a csillagszéllel. Ez a gyors csillagszél keresztülsöpör a szuperszél időszakában kikerült cirkumsztelláris anyagon, és sűrű héjat is létrehozhat. Olyan ez, mint ahogyan a hóeke feltorlasztja az útjába kerülő havat. A csillagból különböző időben kikerült és eltérő sebességű anyag kölcsönhatása magyarázattal szolgál a sűrűbb héjak kialakulására, de a planetáris ködök gömbtől eltérő alakjára nem. A furcsa formák létrejöttének mechanizmusával később foglalkozunk.

A planetáris ködök anyaga, különösen a kémiai összetételének sugárirányú változása a vörös óriáscsillagokban zajló elemfelépülési folyamatokra utal. E ködök eloszlásának vizsgálatából pedig következtetni lehet a kémiai elemek gyakoriságának Tejútrendszeren belüli eltéréseire, főleg a galaktikus centrumtól mért távolság függvényében. A kémiai összetétel

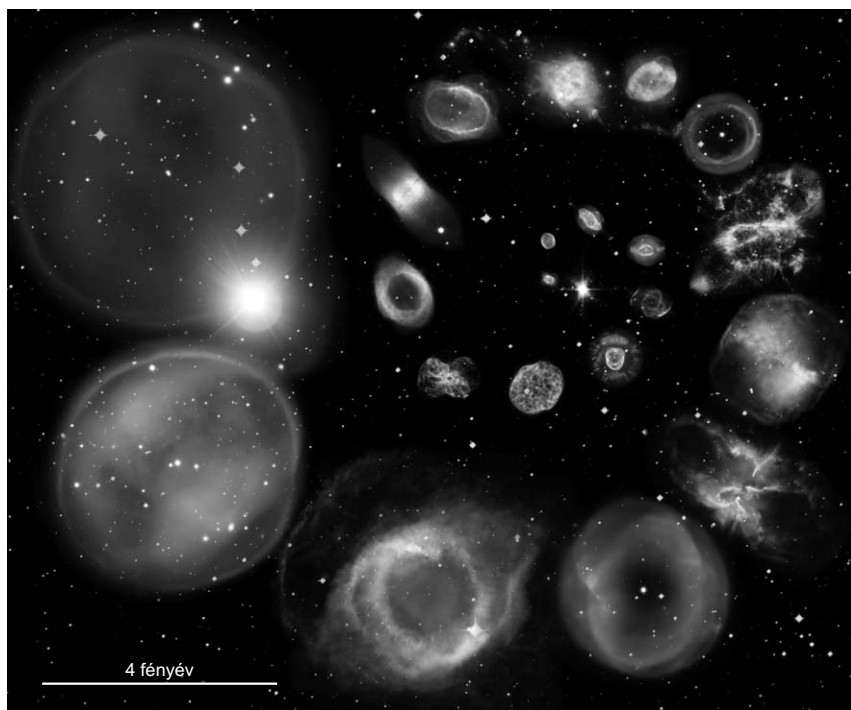


alapos vizsgálata mindazonáltal a közeljövő egyik fontos feladata, mivel részletes elemgyakoriságok az eddig ismert körülbelül 3500 planetáris köd közül csupán mindössze 150-ről (4%) állnak rendelkezésre.

## A planetáris ködök főbb jellemzői

Milyen tulajdonságok esetén minősül egy köd planetáris ködnek? Az emissziós színkép szükséges, de nem elégséges, ugyanis még a következő feltételeknek is teljesülniük kell.

- Kerek vagy tengelyszimmetrikus alak, olykor több héjjal vagy kiterjedt halóval (de az idősebb planetáris ködök külső részének alakját a csillagi közötti anyaggal történő kölcsönhatás is befolyásolja).



8. ábra. Képgaléria a planetáris ködök méretviszonyait megőrizve (a skála balra lent látszik). (Forrás: David Frew, Quentin Parker és Ivan Bojičić, 2016)

– A fotoionizáció hatására létrejövő emissziós színkép, amelyre a hidrogén és hélium rekombinációs vonalai jellemzőek, valamint az oxigén, nitrogén, kén, argon és neon ütközéssel gerjesztett tiltott emissziós vonalai. Az optikai színképben általában (tehát nem minden esetben) az [OIII] vonalai a legerősebbek.

– A köd átmérője nem haladja meg a 8 fényévet (többnyire kisebb mint 5 fényév) (8. ábra).

– Az ionizált anyag tömege tág határok (0,01 és 3 naptömeg) közé esik, azonban a 3 naptömeget nem haladja meg.

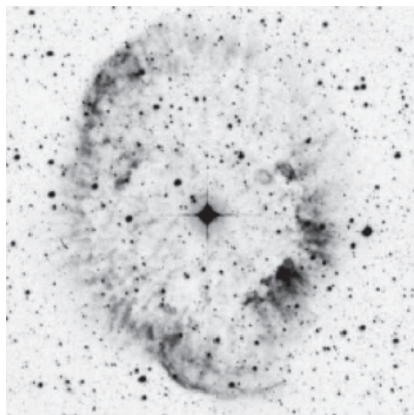
– A burok tágulási sebessége jellemzően 10–60 km/s közötti, de az erősen bipoláris ködök hossz tengelye mentén gyorsabb is lehet a tágulás.

– A köd közepén kis tömegű forró csillag található, amelynek felszíni hőmérséklete legalább 25 000 K, de elérheti, sőt meg is haladhatja a 200 000 K-t, tömege pedig körülbelül 0,5–1 naptömeg. A központi csillag a fehér törpe állapotot megelőző fejlődési fázisban van. Típusának meghatározását nehezíti, hogy az optikailag halvány csillag színképére ráakodik a körülötte levő ködtől származó emisszió. Sokszor előfordul, hogy csak a planetáris ködről van tudomásunk, és a központi csillag még kimutatásra vár. A Tejútrendszerben eddig csak körülbelül minden hetedik planetáris köd gerjesztő csillagáról van spektrális információ.

A lényeg az, hogy a planetáris köd állapotban a forró központi csillag azt az anyagot gerjeszti, amit saját maga vesztett csillagszéllel még az aszimptotikus óriási fejlődési fázisban. Vannak ugyanis megfigyelési szempontból hasonló tulajdonságokat mutató ködök is, amelyek szimbiotikus kettőscsillag körül alakultak ki, de a köd anyaga nem az ionizációért felelős kompakt csillagról származik, hanem annak társáról, amelyik jelenleg is vörös óriás.

A megfigyelhető tulajdonságok alapján még sok más típusú objektum is összetéveszthető a planetáris ködökkel. Az imént említett szimbiotikus csillagokon kívül az emissziós csillagok közül látszólag hasonló köd képződhet a Be és B[e] (azaz tiltott vonalakat tartalmazó színképű) csillagok körül, a nagy tömegű csillagok közül a gyors fejlődés végén kialakuló Wolf–Rayet-fázis során a heves tömegvesztés hatására (9. ábra), de ide tartoznak a nagy luminozitású kék változócsillagok, némelyik kataklizmusos változócsillag, sőt még a fősorozati állapotot megelőző fejlődési fázisban levő Herbig-féle Ae- és Be-csillagok (HAeBe-csillagok) is. Kis felbontású objektívprizmás felvételeken a színképükben hidrogénemissziót mutató vörös óriáscsillagok téveszthetők össze a kompakt planetáris ködökkel.

A kiterjedt források közül pedig az ionizált hidrogénfelhők (HII-régiók) némelyike néz ki úgy, mintha planetáris köd lenne. A köd szimmet-



9. ábra. A látszat néha csal. Ez a buborék nem planetáris kód, hanem az RCW 58 Wolf–Rayet-csillag által gerjesztett, a saját erős csillagszéléből létrehozott kód H $\alpha$ -fényben. (Forrás: David Frew, 2008)

rikus alakja sem elegendő bizonyíték a planetáris kód jellegre, mivel más fejlődési állapotú csillagok is tudnak ködbuborékot létrehozni maguk körül a tömegvesztés során. Ilyenek a nagy tömegű és igen forró (O és B színképtípusú), valamint a Wolf–Rayet-csillagok által levegőt hajtó héjak. Előfordult az is, hogy reflexiós ködöt, illetve szupernóva-maradványt soroltak a planetáris ködök közé. Néha még extragalaxisal is össze lehet tévesztetni a planetáris ködöt, különösen, ha a galaxis színképe emissziós, vagy gyűrűszerű az alakja.

A planetáris ködök másfajta objektumoktól való megkülönböztetéséhez segítségül szolgál a különféle infravörös-hullámhosszakon mért

fényesség. Az azokból képzett színindexek ugyanis jellegzetes értéket vesznek fel a ködbeli por kémiai összetétele és szemcsemérete miatt.

## Távolságuk

A planetáris ködök kutatása során is nehézséget jelent, hogy néhány alapvető fizikai jellemzőjük (például a kód sugara és luminozitása, az ionizált anyag tömege, a központi csillag tömege és abszolút fényessége) meghatározásához ismerni kell a szóban forgó objektum, jelen esetben a kód távolságát. A gondot az is tetézi, hogy nincs igazán pontos eredményre vezető módszer, noha a planetáris ködök távolságának meghatározására számos eljárást dolgoztak ki. Emiatt az egyedi ködök jellemzőire vonatkozó ismereteink és a planetáris ködök galaktikus eloszlását leíró paraméterek (skálamagasság, térbeli sűrűség, kialakulási gyakoriság) egyaránt bizonytalanok.

Sokáig széles körben alkalmazták az elsőként Sklovskij által használt eljárást, amely kiindulási feltételként azzal a közelítéssel él, hogy minden planetáris ködnek azonos a tömege. Ekkor a ködtől származó sugárzási fluxust és a kód látszó szögátmérőjét megmérve megadható a kód távolsá-

ga. Ma már tudjuk, hogy a planetáris ködökben nem állandó az ionizált anyag tömege. Így az alapfeltétel közelítő jellege miatt csak sok köd összességére kapható statisztikusan kielégítő távolságadat, egyedi ködökre teljesen hamis távolságértékek jöhetnek ki. Még az sem szükségszerű, hogy a köd teljes anyaga ionizálva legyen. Ha a központi csillag képes a köd teljes ionizációjára, a sugárzás egy része a ködön átjutva távozik a csillagközi térbe. Ez az optikailag vékony köd esete. Ha a köd teljesen elnyeli a csillag sugárzását, ionizált belsejű buborék (Strömgren-gömb) képződik. Ekkor optikailag vastag a köd. Az is előfordulhat, hogy a köd valamelyik irányban optikailag vékony, más irány(ok)ból pedig optikailag vastag. Egy másik, ugyancsak statisztikus módszer abból indul ki, hogy valamennyi planetáris köd sugarát azonosnak tételezi fel. Ekkor a látszó szög méret a távolság függvénye. Valójában azonban idővel nő a köd mérete, az ionizált „buborék” egyre tágul a központi csillag gerjesztése hatására.

Skovszkij imént említett módszere azonban általánosítható, mivel összefüggést találtak a köd tömege és átmérője között. Az egyedi távolságadatok azonban így sem válnak igazán megbízhatókká, mert a központi csillag hőmérséklete jelentősen nő a planetáris köd néhány évezreden át tartó láthatósága során, emiatt pedig folyamatosan változik a köd ionizációs struktúrája is.

A statisztikus módszerek eredményei mellett nagy szükség van egyedi ködök távolságának ismeretére is. Közvetlen trigonometrikus parallaxist földi távcsövekkel, illetve a Hipparcos asztrometriai űrszondával és a Hubble-űrtávcsővel végzett pozíciómérések alapján csupán néhány planetáris köd központi csillagára sikerült meghatározni. E téren viszont lényeges áttörés várható a közeljövőben a jelenleg is asztrometriai méréseket végző Gaia űrszonda adatainak közzététele után. Ez az európai űrszonda mindennek a távolságmeghatározását megengedi, ami 20 magnitúdónál fényesebb (csak a szabad szemmel látható legfényesebb csillagok a kivételek), és a műszerek néhány milliomod ívmásodperc pontosságú szögmérést tesznek lehetővé.

Ha a központi csillag kettős (ami a jelek szerint elég gyakran előfordul, lásd később), és a kísérőcsillag színképe „normális”, akkor az úgynevezett spektroszkópiai parallaxis módszerét lehet alkalmazni. A kísérőcsillag Hertzsprung–Russell-diagramon elfoglalt helyéből megállapítható az abszolút fényessége, a látszó és az abszolút fényesség különbségéből pedig a planetáris ködöt tartalmazó kettős rendszer távolsága.

Ha a planetáris köd egy halmazbeli csillag körül alakult ki (ez viszont nem igazán gyakran előforduló eset), akkor a csillaghalmaz távolsága pontosan meghatározható, akár nyílthalmazról, akár gömbthalmazról van

szó. Eddig négy planetáris ködöt találtak gömbhalmazban, és nem igazán világos, hogy hogyan alakulhattak ki ott a közelmúltban, hiszen a Tejútrendszer gömbhalmazai már idősebbek annál, hogy a Naphoz hasonló vagy annál nagyobb tömegű csillagok ne váltak volna fehér törpévé.

A köd úgynevezett tágulási parallaxisa is lehetővé teszi a távolságmeghatározást. A módszer elvi alapja az, hogy a köd látóirány menti tágulási sebessége spektroszkópiai úton mérhető (a színképvonalak Doppler-eltolódásából), az erre merőleges irányú tágulás pedig a köd eltérő időpontokban készített képein követhető nyomon. A módszer pontosságát azonban korlátozza az a tény, hogy a planetáris ködökre csak ritkán jellemző a gömbszimmetria, és a tágulási sebesség még a centrumtól mért távolságtól is függ.

A központi csillag spektruma alapján is meg lehet határozni a köd távolságát. A forró csillag színképében látszó hidrogén- és héliumvonalak profiljából a csillaglégtérmodellek alapján ugyanis megállapítható a csillag effektív hőmérséklete, a felszínén érvényes gravitációs gyorsulás és a kémiai összetétel, ezekből pedig a luminozitás, illetve az abszolút fényesség. A látszó és az abszolút fényesség különbségéből pedig már adódik a távolság.

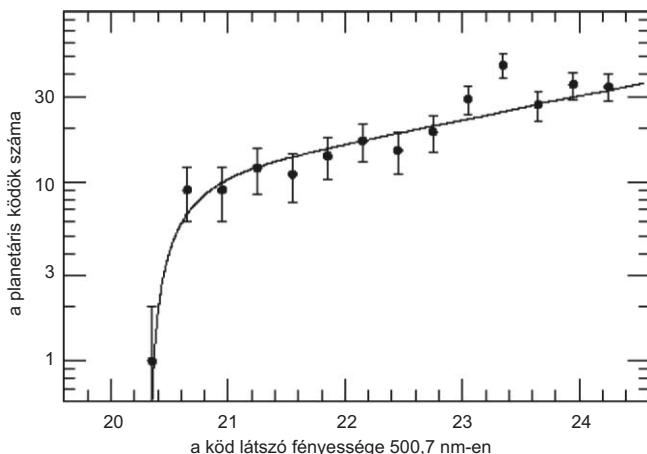
Az egyéb eljárások közül a módszer bemutatása nélkül megemlítjük, hogy a planetáris ködök távolságát meg lehet állapítani a köd vagy a központi csillag látóirány menti csillagközi extinkciója alapján, és létezik még tucatnyi más – ugyancsak kevésbé pontos eredményt adó – módszer is.

Egy néhány éve kidolgozott módszer szerint a már megfelelő méretűre tágult planetáris ködök távolságát meg lehet adni a köd  $H\alpha$ -ban mért felületi fényessége és átmérője között talált összefüggés alapján. A csillagközi fényelnyelés hatását is figyelembe véve ez az eljárás viszonylag pontos távolságot ad szinte minden planetáris ködre a legfényesebektől a leghalványabbakig, így ez a közeljövő ígéretes távolságmeghatározási módszere.

Jelenleg azonban a galaktikus planetáris ködök távolságát néhány kivételtől eltekintve egy 2–3-as szorzófaktor bizonytalanságával ismerjük. Ennek fényében talán meglepő, hogy a planetáris ködöknek fontos szerep jut az extragalaktikus távolságskála megalapozásában. E ködök úgynevezett luminozitási függvénye ugyanis nagyon jó távolságindikátor.

Valamely extragalaxisban talált néhány tucat planetáris köd alapján jól kirajzolódik a luminozitási függvényük, hiszen az abban a galaxisban levő planetáris ködök gyakorlatilag azonos távolságra vannak a földi megfigyelőtől (viszont a Tejútrendszerbeli planetáris ködökre ez nem érvényes).

A 10. ábra az Andromeda-ködben ismert planetáris ködök luminozitási függvényét ábrázolja, vagyis a ködök számát (előfordulási gyakoriságát)



10. ábra. Az Andromeda-köd (M31) planetáris ködeinek luminozitási függvénye

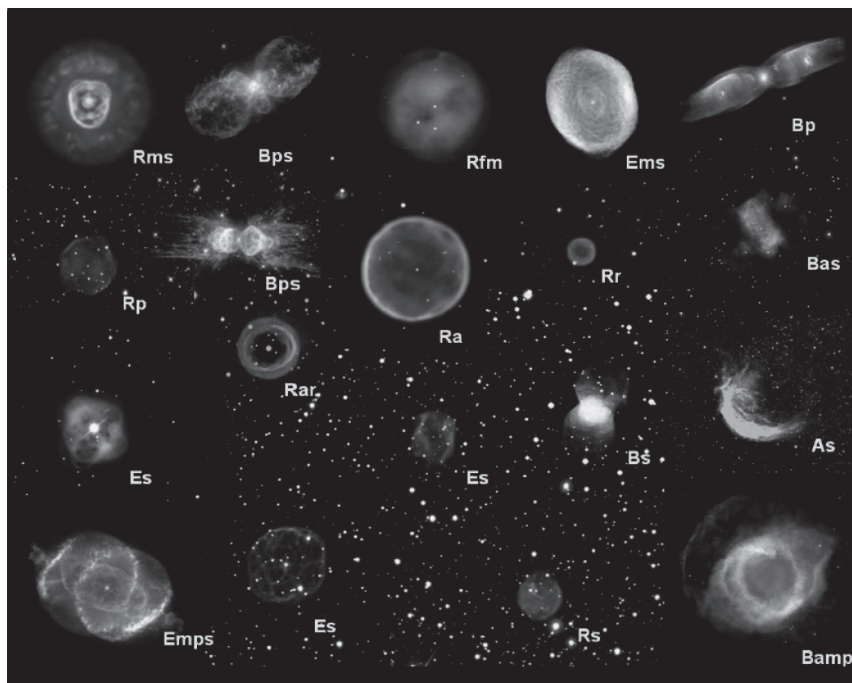
az [OIII] 500,7 nm-es vonalában mért fényesség függvényében. A tapasztalatok szerint ez a függvény minden galaxisra ugyanezt a jellegzetes alakot ölti: a legfényesebb ködöknél a függvény hirtelen levág, vagyis egy planetáris köd nem tud tetszőlegesen fényes lenni; van egy felső határ, amely nyilván a gerjesztő csillag luminozitásától függ. Bár a luminozitási függvény ilyen alakjára még nincs pontos magyarázat, de a jellegzetes levágás lehetővé teszi a galaxis távolságának meghatározását. A levágás látszó magnitúdóját kell az abszolút fényességre kalibrált értékkel összehasonlítani. A kalibrációra pedig az Andromeda-köd kiválóan megfelel, mert a távolsága elég pontosan ismert, és a benne talált planetáris ködök luminozitási függvényét ezernél több ismert példány rajzolja ki, így a luminozitási függvény és maga a távolságmeghatározási eljárás egyaránt biztos alapokon nyugszik.

A planetáris ködökre alapozott extragalaktikus távolságmérés egyik nagy előnye más távolságindikátorokkal szemben az, hogy tetszőleges típusú galaxisra alkalmazható, mivel mindenféle galaxisban előfordulnak ilyen ködök. Ráadásul a luminozitási függvény alakja és a fényes oldali levágás helye egyaránt független a galaxis fényességétől. Az is kedvező körülmény, hogy a közeli galaxisokban könnyen fel lehet fedezni a planetáris ködöket jellegzetes emissziós színekük alapján. Az ezredfordulón már meghaladta a húszat azoknak az extragalaxisoknak a száma, amelyekben 50-nél több planetáris ködöt ismertünk.

## A planetáris ködök alakja és szerkezete

Bár az elsőként felfedezett planetáris ködök kerek foltokként látszottak – innen ered megtévesztő elnevezésük is –, a fényképfelvételek alapján már régóta tudjuk, hogy alakjuk igencsak változatos, az égbolton látszó vetületük nagyon is eltérhet a körtől (11. ábra a színes mellékletben). Formájuk jellemzésére az idők során különféle osztályozási rendszereket alkottak. Itt csak a legújabbat mutatjuk be, elsősorban a formagazdagság szemléltetésére.

A Quentin Parker és munkatársai által 2006-ban publikált, majd David Frew által 2008-ban kiegészített rendszerben a morfológiai kódok a következők: B – bipoláris; E – elliptikus; R – kerek (round); I – szabálytalan (irregular); A – aszimmetrikus (csak az egyik oldal látszik); S – csillagszerű (stellar).



12. ábra. A planetáris ködök legújabb osztályozási rendszere (a részleteket lásd a cikk szövegében). (David Frew nyomán, Forrás: B. Balick, R. Sahai, A. Hajian, M. Mexiner, P. Harrington, K. Borkowski et al. – STScI/AURA/NASA/ESA/NOAO, A. Block – NOAO/AURA/NSF, G. Jacoby – WIYN/NOAO/NSF, D. Malin – AAO, A. Zijlstra – IPHAS)

A nagybetűs kódot kisbetűs magyarázó jelzés(ek) egészítheti(k) ki: a – aszimmetrikus alak; b – a köd magja bipoláris szerkezetű; f – a centrum környéke telített (filled); m – több héj is látszik (multiple); p – a közép-pontra szimmetrikus alak (point symmetry); r – gyűrűs szerkezet dominál (ring); s – belső szerkezet is kivehető (structure); h – külső haló is látszik (halo).

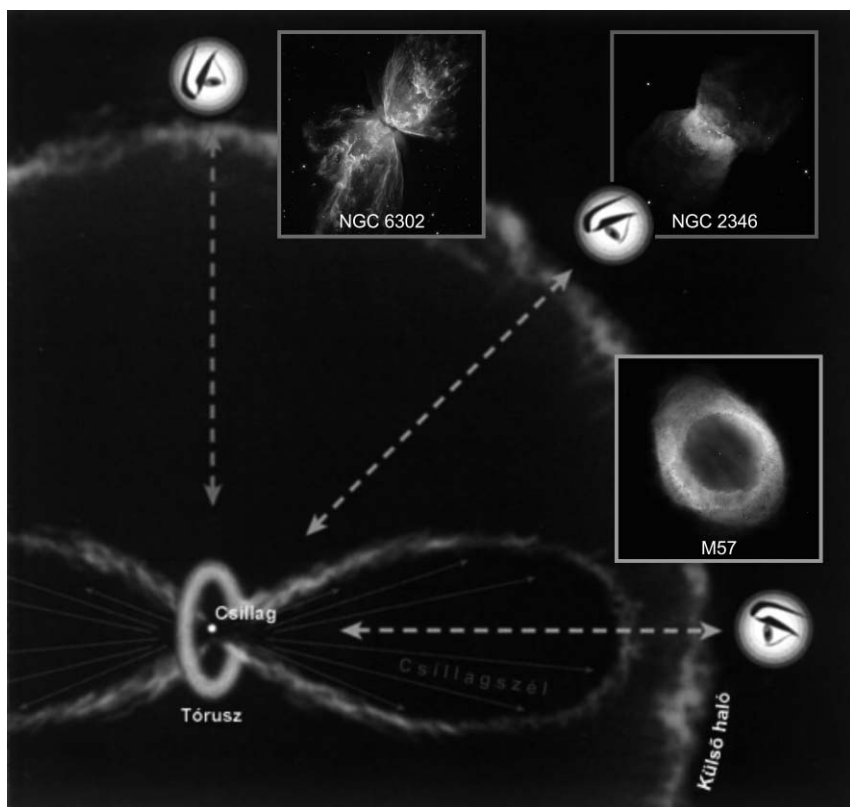
A 12. *ábra* ezt az egyszerűnek nem nevezhető morfológiai rendszert szemlélteti. A ködök többségénél két vagy akár több héj is feltűnik, amelyeket kiterjedt haló vesz körül. Egyesekben kilövellés látszik, vagy nyalábolásra, illetve precesszióra utaló jelek észlelhetők. Némelyik köd nehezen magyarázható mikroszerkezetet is mutat (13. *ábra* a színes mellékletben). Mindezek arra engednek következtetni, hogy a planetáris ködök szerkezetét bonyolult dinamikai folyamatok alakítják ki. A planetáris ködök finomszerkezetét a köd létrejöttéért felelős csillag és annak környezete alakítja ilyenné. Az aszimptotikus óriásági csillag megfigyelését nehezíti az azt körülvevő cirkumsztelláris burok. Ezért is lényeges a nagyon rövid fejlődési fázist képviselő protoplanetáris ködök megfigyelése (14. *ábra* a színes mellékletben).

Meg kell-e egyáltalán lepődnünk azon, hogy a planetáris ködök között csak ritkán látunk középponti szimmetriát mutató alakot? Nyilvánvalóan nem. Az égitestek világában a gömbszimmetria ideális esete csak ritkán valósul meg. Olyan alapvető folyamatok és jelenségek hatnak a gömbszimmetria ellen, mint a tengely körüli forgás és a mágneses mező jelenléte. Már a csillagok kialakulásánál is tanúi lehetünk annak, hogy a gömbszimmetria ugyanezen okok hatására tengelyes szimmetriává „romlik”. A kialakuló csillag az egyenlítője mentén (azaz a forgástengelyére merőleges síkban) létrejött tömegbefogási korongból beszípkázott anyaggal növeli a tömegét, és hogy ne pörögjön fel túlságosan, a behulló anyag által képviselt perdület (impulzusnyomaték) egy részét magnetocentrifugális szél útján veszíti el, mégpedig a pólusai irányában.

A tengelyes szimmetria – ha nem is látványosan – mindvégig megmarad a csillagfejlődés során. Amikor a vörös óriás fázisban a csillag tömeget veszít, a csillagszállal több anyag kerül ki az egyenlítő mentén, mint más irányokban. A planetáris köd felfénylésekor az szabja meg a köd megfigyelhető alakját, hogy milyen irányból látjuk a gömbtől eltérő geometriájú képződményt (15. *ábra*). A tórusz környezeténél jóval sűrűbb anyaga a csillagszelet kétfelé téríti, így alakulnak ki a bipoláris vagy pillangó alakú planetáris ködök.

A számítások azonban arra engednek következtetni, hogy a rotáció és a mágneses mező sem olyan erős, hogy a gömbszimmetria ennyire eltorzul-





15. ábra. A planetáris ködök alakját döntően befolyásolja, hogy milyen irányból nézzük. (Forrás: [http://astro.u-szeged.hu/oktatas/galaktikus/34planetariz\\_nezet.html](http://astro.u-szeged.hu/oktatas/galaktikus/34planetariz_nezet.html))

jon az aszimptotikus vörös óriás állapotot követően. A csillagok világában egyvalami képes ennyire lerombolni a középpontos szimmetriát: a *kettősség*, azaz ha a ködöt gerjesztő csillagnak kísérője van. Ez a társ lehet akár csillag, akár a csillaggá válás során félbemaradt barna törpe, de még egy valamirevaló bolygórendszer is megfelel e célból.

Az ezredforduló után végzett különféle felmérések mostanára meggyőzték a szakmabeliek többségét, hogy a planetáris ködök centrumában nem egyetlen csillag van, hanem kettős rendszer. A ködöt persze a forró kompakt csillag gerjeszti, de a köd formáját a kísérő jelenléte alakítja. Erre bőven van bizonyíték: jócskán akad fedési (vagy ellipszoidális) fényválto-

zást mutató központi csillag, a színképi vizsgálatok alapján pedig rengeteg esetben kimutatták a kettős rendszer keringése során fellépő Doppler-eltolódást. A kísérőcsillag segít a mágneses mező fenntartásában, és a keringésből származó perdület egy részét a gerjesztőcsillagra juttatva felgyorsíthatja annak forgását is. És a legújabb vizsgálatok szerint a központi csillagok hatoda nem is kettős, hanem hármas rendszer tagja. Ez nagyjából megegyezik a három tagból álló csillagrendszerek galaktikus mezőben tapasztalt előfordulási gyakoriságával. Hármas rendszerben kialakuló planetáris ködök alakjára a tengelyes szimmetria sem teljesül – erre is akad számos ismert példa.

## Amikor a köd elillan

A gyors csillagszéllel kikerült anyag a korábbi lassú csillagszéllel távozott anyaggal kölcsönhatva fénylő és táguló buborékot képez. Miközben a planetáris köd egyre terebélyesebbé válik, felületi fényessége fokozatosan csökken, és 10 000-20 000 évvel a keletkezése után gyakorlatilag belevész a csillagközi anyagba.

A köd közepén visszamaradt fehér törpében már nem zajlanak nukleáris reakciók, így a kompakt objektum a végső fejlődési stádiumba jutva lassan kihűl (5. ábra). Színképük alapján a központi csillagok többségét vékony hidrogénatmoszféra burkolja. Nagyon sok ilyen spektrumú fehér törpét ismernek, amelyek körül nincs planetáris köd. Ha most nincs is, fehér törpévé válásuk idején ezen égitestek is átmenetileg planetáris ködöt gerjesztettek maguk körül. De talán csak azok, amelyeknek kísérője is van. A Napról is úgy tartjuk, hogy élete vége felé planetáris ködöt pöffent le magáról. Vajon a bolygórendszerünk, élén a Jupiterrel, képes lesz-e arra, hogy ezt elősegítse?

## Összegzés

Akik a csillagos égbolt alatt a saját szemükkel és távcsövükkel is meg akarnak győződni a planetáris ködök nyújtotta szépséggel, azok számára az 1. táblázatban foglaltuk össze néhány viszonylag közeli és látványos köd főbb adatait. Jó nézelődést kívánunk!

A planetáris ködök bemutatása után, megindító látványuk hatására talán nem is illik prózában fogalmazni az összefoglalást. Helyette az alábbi versecske tartalmazza a lényegét.

1. táblázat

Hivatalos név	Ismert név (-kód)	RA (2000) h m	Dekl. (2000) ° ′	Csillag- kép	Központi csillag hőmérsék- lete (K)	Megjegyzés
IC 418	Varázsspirál	05 27	−12 42	Lep	35 000	finomszerkezet
NGC 2440		07 42	−18 13	Pup	220 000	erősen bipoláris
NGC 3242	Jupiter-Szellem	10 25	−18 39	Hya	90 000	kettős héj
NGC 3587	Bagoly, M97	11 15	+55 01	UMa	110 000	bipoláris
NGC 6543	Macskaszem	17 59	+66 38	Dra	47 000	kiterjedt haló
NGC 6720	Gyűrű, M57	18 54	+33 01	Lyr	150 000	kiterjedt haló
NGC 6826	Pislogó	19 45	+50 32	Cyg	45 000	bipoláris kilövellés
NGC 6853	Súlyzó, M27	20 00	+22 43	Vul	160 000	bipoláris
NGC 7009	Szaturnusz	21 04	−11 22	Aqr	90 000	az első ismert planetáris kód
NGC 7027		21 07	+42 14	Cyg	180 000	nagyon poros
NGC 7293	Csiga	22 30	−20 50	Aqr	110 000	a legközelebbi ismert plan. kód
NGC 7662	Kék-Hógolyó	23 26	+42 32	And	110 000	kettős héj

Hogyha a kód planetáris,  
alakja fenomenális.  
UV-foton gerjeszti,  
a csillagszél terjeszti.  
S ha a néző évezredet késik,  
addigra a kód már elenyészik.

### Ajánlott irodalom

Kiss László: Csillaghalál: planetáris ködök közelről. Meteor, 2000/7–8. szám

BARNA BARNABÁS – NAGY ANDREA  
ORDASI ANDRÁS – SZALAI TAMÁS  
VINKÓ JÓZSEF

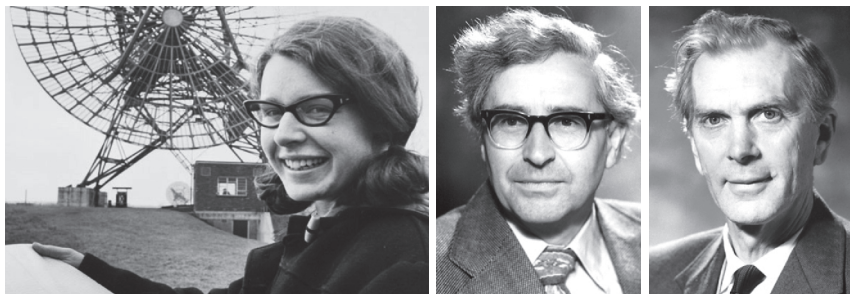
## Földönkívüli üzenetektől a gravitációs hullámokig

– 50 éve fedezték fel az első pulzárt

A neutroncsillagok nagy tömegű csillagok halálakor visszamaradó, szupersűrű objektumok. Átmérőjük mindössze 20-25 km, ebbe a kisebb aszteroidának megfelelő méretbe zsúfolódik bele mintegy 1-3 naptömegnyi anyag. Ezen égitestek elképzelhetetlenül nagy sűrűsége csak úgy állhat elő, hogy szinte teljes egészében neutronokból épülnek fel, s további összeomlásukat kvantummechanikai hatásokból eredő belső nyomásuk akadályozza meg.

Ezen különleges objektumok létezését *Walter Baade* (1893–1960) és *Fritz Zwicky* (1898–1974) már 1934-ben felvetette [1]. A két kutató tanulmányában a csak ideiglenesen megfigyelhető, nagy abszolút fényességű szupernóvákat óriási robbanásokként azonosította, amelyek nyolc naptömegnél nagyobb kezdeti tömegű csillagok fúziós folyamatainak végén következnek be. Ugyanebben a cikkükben jósolták meg, hogy a robbanás nem veti szét a csillag magját, hanem az összeroskad saját gravitációs potenciálja miatt. Az így kialakuló *neutroncsillagok* felszíni hőmérséklete jellemzően több százezer kelvin, kis méretük miatt azonban igen alacsony a luminozitásuk. Így nem csoda, hogy létezésük sokáig csak hipotézisnek számított. Megtalálásukhoz végül teljesen más fizikai jellemzőik vezettek: rendkívül erős mágneses terük és szinte elképzelhetetlenül gyors forgásuk a rádiótartományban igen rövid impulzusokat kibocsátó „ kozmikus világítótornyokká” (azaz *pulzárokká*) teszi a neutroncsillagokat.

Az első ilyen jelenség felfedezése kerekén ötven esztendővel ezelőtt történt. Ebben az összefoglaló írásban a fél évszázaddal ezelőtti, „viharos” – többek között földönkívüli lények közreműködését feltételező, majd végül egy hangos vitákkal járó Nobel-díj-kiosztásba torkolló – események felidézésén túl áttekintjük, mit tudunk ma a pulzárok tulajdonságairól, és hogy saját, egzotikus voltukon túl milyen további motivációi vannak ezen égitestek minél alaposabb tanulmányozásának.

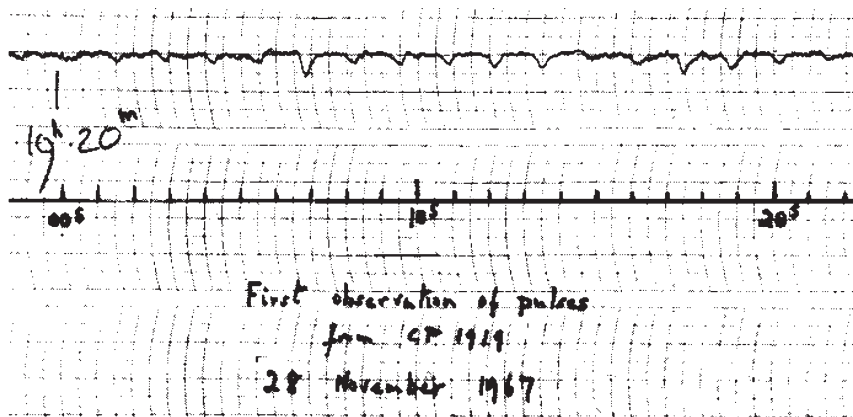


1. ábra. Susan Jocelyn Bell (balra) és Anthony Hewish (középen), az első pulzár felfedezői, valamint a kutatócsoport vezetője, az 1974-ben Hewish-sal együtt Nobel-díjban részesült Martin Ryle (jobbra). (Források: nobelprize.org, australianscience.com.au)

## Doktori tanulmányoktól a felfedezésig

Susan Jocelyn Bell (1943–) 1965-ben kezdte meg doktori tanulmányait a Cambridge-i Egyetemen. Kutatómunkáját az egyetem világhírű Fizikai Intézetében – ismertebb nevén a Cavendish Laboratóriumban – működő Asztrofizikai Kutatócsoport keretein belül végezte, amely több rádióteleszkópot is üzemeltetett a Mullard Rádiócsillagászati Observatóriumban. Bell témavezetője, Anthony Hewish (1924–) és a kutatócsoport vezetője, Martin Ryle (1918–1984) ekkorra már kifejlesztette és a gyakorlatban is használta az apertúra-szintézis nevű módszert (1. ábra). Ez a rádiójelek interferometriáján alapuló technika lehetővé tette több kisebb rádióteleszkóp együttes használatát, amellyel a korábbiaknál jóval nagyobb szögfelbontás vált elérhetővé. Bell feladata – Hewish útmutatása alapján – a nem sokkal korábban felfedezett kvazárok keresése és megfigyelése volt. E program során a Mullard Observatóriumban akkoriban üzemelő rádióteleszkóp-együttesrel négynaponta végigpásztázták az égbolt  $+50^\circ$  és  $-10^\circ$  deklináció közé eső részét. A mért jelszintet folyamatosan papíron rögzítették, miként egy EKG-jelet; Bellnek így minden nap közel 30 méternyi (!) mérési eredményt kellett átnéznie.

1967 júliusára a fiatal kutató már számos, kvazárokra jellemző szcintillációs jelet azonosított, amikor rábukkant egy különleges, „sörteszerű” jelre; a körülbelül 0,04 másodpercig tartó felvillanások nagyon pontosan, mindig 1,33 másodpercenként követték egymást. Az analízis során megállapította, hogy a jel pontforrásból érkezett, de mivel csak egyszeri detektálásról volt szó, több információt nem tudott kiszűrni az adatokból. Miután a teleszkópegyüttesrel végzett égboltfelmérő program az év októbe-



2. ábra. Feljegyzés az elsőként felfedezett pulzár, a PSR B1919+21 rádiófelvillanásainak észleléséről 1967. november 28-áról. (Forrás: bigear.org)

rében véget ért, Bell naponta járt ki a Mullard Obszervatóriumba, hogy a korábban detektált „sörtejelet” produkáló forrást újra megtalálja. Végül november 28-án sikerrel járt, a távcsőhálózatot gyors mintavételezésű üzemmódban használva újra sikerült detektálnia a gyorsan pulzáló jelet (2. ábra). Bell ekkor értesítette Hewish-t, aki először mesterséges jelre gyanakodott, ám hamarosan kiderült, hogy a jelek sziderikus idő szerint követik egymást. A földi eredetet ezzel elvetették, azonban semmilyen kézenfekvő magyarázatot nem találtak arra, hogyan mutathatna egy csillag vagy bármilyen ismert égitest ilyen gyors változásokat.

### „Kis zöld emberkék”

A következő hetekben Hewish-ék útmutatásai alapján másoknak is sikerült a rendkívül rövid periódusidejű pulzációs jeleket kimutatniuk a pontforrás irányából, ezzel végleg ki lehetett zárni a műszeres effektust. Sikerült kimérni a jel diszperzióját is, ami alapján a forrás jócskán a Naprendszeren túl, de még a Tejútrendszeren belül található. A kutatók ezen a ponton egy izgalmas, ugyanakkor meglehetősen frusztráló problémával találták szembe magukat: mi van, ha a jel mégis mesterséges eredetű, de a Földön kívülről érkezik? Bár a kutatócsoport tagjai – saját bevallásuk szerint – sosem hittek abban, hogy egy idegen civilizációi jeleit fogják, ugyanennek az ellenkezőjére sem tudtak bizonyítékot fel-

mutatni.<sup>1</sup> Hogyan kell körültekintően és felelősségteljesen kezelni egy ilyen bejelentést? Ahogyan Jocelyn Bell később nyilatkozott, „Én csak egy PhD-t akartam csinálni, erre a kis zöld emberkék beleköpnek a levesembe...” [2].

Bell a karácsony előtti napokban visszatért a korábbi mérések kiértékeléséhez. Meglepetésére az égbolt egy másik részén végzett mérések analízise során egy újabb sörteszerű jelet talált, közel a Cassiopeia A jelű szupernóva-maradványhoz. A felismerést követően Bell egyből az obszervatórium felé vette az irányt, ahol szerencsésen sikerült még egyszer detektálnia az új, 1,2 másodperces periódussal pulzáló jelenséget. Azzal az elégedettségre okot adó érzéssel távozott el karácsonyi szabadságára, hogy kizárhatják a „kis zöld emberkék” elméletét; valószínűtlen, hogy az égbolt két távoli pontjáról egyszerre érkeznének felénk hasonló periódusú, mesterséges eredetű jelek. Mire néhány nap múlva Bell visszatért, íróasztalán újabb halom mérésorozatot talált, amelyeket Hewish végzett el a karácsonyi szünet ideje alatt. Bell sem tértlenkedett, hamarosan megtalálta a harmadik és negyedik pulzár jeleit is az adatsorokban.

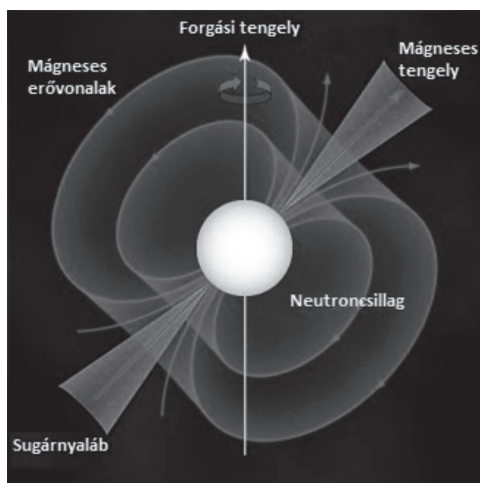
## Kiderül az igazság

A felfedezés készen állt a bejelentésre, még 1968. januárban elfogadta a rangos *Nature* folyóirat [3]. Az elsőként azonosított, új típusú égi objektumra ekkor még „gyorsan pulzáló rádióforrás” néven hivatkoztak; a *pulzár* kifejezés csak később került be a tudományos szóhasználatba Hewish révén, aki a pulsating star kifejezésből összevonással alkotta meg a ma is érvényes elnevezést.<sup>2</sup>

A felfedezést bejelentő cikkben a szerzők még nem adtak részletes fizikai magyarázatot a rövid rádióimpulzusokat kiváltó objektum létrejöttére. Mivel a jel karakterisztikus ideje túl rövid volt ahhoz, amit egy közönséges állapotú csillag méretei magyarázhattak volna, ezért a szerzők körében az addig felfedezett legkompaktabb objektumok, a fehér törpecsillagok voltak az első számú jelöltek. Néhány nappal a cikk publikálása előtt Hewish egy cambridge-i szemináriumon jelentette be a kutatói közösségnek a felfedezést, amelyen részt vett a 20. század egyik leghíresebb csillagásza, a szintén Cambridge-ben dolgozó *Fred Hoyle* (1915–2001) is. Hoyle

<sup>1</sup> Ennek megfelelően a furcsa égi rádióforrás az LGM-1 becenevet kapta, utalva a „Little Green Men”, azaz a „kis zöld emberkék” lehetséges közreműködésére.

<sup>2</sup> Okoz némi nehézséget, hogy a pulzár szóról akár a pulzáló változócsillagokra is asszociálhatunk; utóbbiak azonban hivatalos nevükön *pulzátorok*.



3. ábra. Illusztráció a klasszikus pulzárjelenséget mutató neutroncsillagok működéséről.

felhívta Hewish-ék figyelmét az akkor még csak hipotetikus objektumokra, a neutroncsillagokra, amelyeket – helyesen – a szupernóva-robbanások után visszamaradó égitésteknek gondoltak.

Egy fiatal olasz asztrofizikus, *Franco Pacini* (1939–2012) éppen 1967-ben vetette fel, hogy ilyen neutroncsillagok erős mágneses tere körbe forgó részecskegyorsítóként működhet a szupernóva-buborékokban [4]. Tudományos alapossággal végül a fizika több területén is maradandót alkotó *Thomas Gold* (1920–2004) osztrák származású brit asztrofizikus kapcsolta össze a neutroncsillagokat a frissen felfedezett pulzárokkal (3. ábra) [5]. Gold teóriájának végső megerősítését a régóta ismert szupernóva-maradványban, a Rák-ködben található pulzár felfedezése jelentette 1968 októberében (4. ábra a színes mellékletben). A Rák-pulzár 33 milliszekundumos periódusideje egyben jó egyezést mutatott az elmélettel, miszerint a felvillanásokat a forgó neutroncsillag mágneses tere által gyorsított részecskék okozzák.

## Nobel-díj a viták kereszttüzeiben

Az első pulzár 1967-es felfedezését hírül adó szakcikk vezető szerzőjeként Antony Hewish volt megjelölve, másodikként pedig Jocelyn Bell. Ez később fontos szerepet játszott az 1974-es fizikai Nobel-díj odaítélésekor is, a Svéd Tudományos Akadémia ugyanis Sir Martin Ryle-t és Antony



Hewish-t díjazta a rádiócsillagászatban betöltött úttörő szerepükért; előbbi elsősorban az „... apertúraszintézis kifejlesztéséért”, utóbbit pedig „... a pulzárrok felfedezésében való döntő érdemeiért”.

Bell kihagyása nagy vitát váltott ki a tudományos körökben, különösen azért, mert a fiatal doktorandusz hölgy az adatok feldolgozásán túl a műszerfejlesztésben és az eredmények értelmezésében is aktívan részt vett. Így végül az 1974-es díj inkább ezen kérdéses döntés kapcsán maradt emlékeztető, nem pedig amiatt, hogy ebben az évben kapták először csillagászok<sup>3</sup> ezt a jeles elismerést.

A Nobel-díjat (mint minden más díjat és kitüntetést) valamilyen szinten mindig szubjektív alapon ítélik oda, a teljesség kedvéért érdemes megemlíteni hogy Jocelyn Bell mellett akár Thomas Gold is megérdemelte volna az elismerést. Fred Hoyle pedig a rossz nyelvek szerint azért nem lett díjazott 1983-ban *Subrahmanyan Chandrasekhar* (1910–1995) és *William Fowler* (1911–1995) együtt a csillagfejlődés vizsgálata terén elért eredményeiért, mert 1974-ben túl vehemensen tiltakozott a bizottság döntése ellen Bell kihagyása miatt.<sup>4</sup>

Maga Bell azonban nyilvánosan sosem sérelmezte a történeteket, és mindig hangsúlyozta egykori témavezetője fontos szerepét és a felfedezéssel kapcsolatos érdemeit. Pályafutása későbbi szakaszában Jocelyn Bell számos rangos díjjal és elismeréssel részesült. 2007-ben II. Erzsébet királynő a Brit Birodalmi Rend – a hölgyek esetén „Dame” név-előtaggal járó – parancsnoki fokozatával tüntette ki. 2002–2004 között ő volt a Royal Astronomical Society elnöke, 2014 óta pedig első nőként tölti be a Royal Society of Edinburgh (vagyis a skóciai tudományos akadémia) elnöki tisztét.

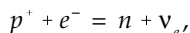
## A neutroncsillagok keletkezése

A neutroncsillagok jelenlegi tudásunk szerint nagy tömegű csillagok végállapotaiként keletkeznek. A körülbelül 8 naptömegnél nagyobb kezdeti tömegű csillagok sorsa akkor pecsételődik meg, amikor a fejlődésük

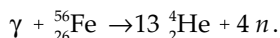
<sup>3</sup> A korábbi években kaptak ugyan már Nobel-díjat csillagászati vonatkozású felfedezést tevő kutatók, például *Hans Bethe* (1906–2005) 1967-ben a magreakciókkal és a csillagok energiatermelésével kapcsolatos eredményeiért, *Hannes Alfvén* (1908–1995) 1970-ben a magnetohidrodinamika és a plazmafizika terén végzett kutatásaiért, illetve még korábban mások a kozmikus részecskék vizsgálatáért, de ők végzettségük szerint nem csillagászok voltak [6].

<sup>4</sup> Ugyanakkor ebben valószínűleg nagy szerepet játszott az is, hogy vitathatatlanul jelentős asztrofizikai eredményei mellett Hoyle sosem tudott kibékülni az ósrobbanás-elmélettel, és élete végéig számos nyilvános fórumon képtelenségnek minősítette azt a megfigyelési bizonyítékok ellenére is.

során magjukban beindul a szilícium fúziója, amely végül egy vasmag kialakulásához vezet. Mivel a vasatommagok fúziójához – a könnyebb elemek egyesülésével ellentétben – energiabefektetésre van szükség, a csillag belsejében leáll az energiatermelés. Ez egyúttal a csillag számára végzetes folyamatok beindulásának kezdete is. Amíg ugyanis a magban – akár a fősorozati állapotban, akár a későbbi fejlődési szakaszokban – fúziós folyamatok játszódnak le, addig a csillag egyensúlyi állapotban van: a gravitáció hatását a gáz- és sugárnyomás ellensúlyozza. A fúziós folyamatok megszűnésével nem termelődik több nagy energiájú  $\gamma$ -foton, ráadásul a csillag központi tartományában uralkodó körülmények ( $T \gg 8 \times 10^9$  K hőmérséklet,  $\rho \gg 10^{10}$  g/cm<sup>3</sup> sűrűség; előbbi körülbelül ötszázszor, utóbbi csaknem tízmilliószor nagyobb a Nap belsejére vonatkozó értéknél) további két folyamat beindulását is elősegítik, amelyek a központi nyomás drasztikus csökkenéséhez vezetnek. Az egyik ezek közül az úgynevezett *neutronizáció*, más néven *inverz béta-bomlás*:



amelynek során a magban lévő szabad elektronok száma és így az általuk biztosított nyomás is erősen csökken. A másik folyamat a vas *photobomlása* (a vasatommagok és a gamma-fotonok kölcsönhatása), amely a sugárzásból származó nyomást befolyásolja:



Ezen két folyamat következtében a mag végül saját gravitációjának és a külső rétegek súlyának hatására összeomlik. A kollapszus közben a neutronizáció egyre jelentősebbé válik, míg végül a csillag belsejében létrejön egy pusztán neutronokból álló, tömör gömb. Amikor ennek a neutrongömbnek a sűrűsége eléri a nagyjából  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup> értéket, akkor a mag további összeomlása megáll, viszont a csillag külső rétegei továbbra is befelé mozognak. Végül a bezuhanó anyag visszapattan a most már neutroncsillagnak nevezhető kompakt maradványobjektumról, és az így keletkező lökéshullám szupernóva-robbanás formájában a csillag külső rétegeinek nagy (jellemzően több ezer, vagy akár több tízezer km/s) sebességű ledobódását eredményezi.

A létrejövő 20-25 km átmérőjű, emberi léptékkel mérve elképzelhetetlenül nagy sűrűségű neutroncsillag belsejében az elfajult állapotban lévő neutrongáz nyomása tart egyensúlyt a gravitációval. (Az elfajult vagy degenerált állapot nagyon nagy sűrűségű anyagban állhat elő; ekkor a

rendszerben megjelenik egy plusz, kvantumos eredetű nyomás, amely csak a részecskék számsűrűségétől függ, a hőmérséklettől nem.) Egy bizonyos csillagtömeg (körülbelül 25-30 naptömeg) fölött a csillagmag összeomlását már az elfajult neutrongáz nyomása sem állítja meg; ekkor *fekete lyuk* alakul ki.

Az még nem tisztázott, hogy a neutroncsillagokat és a fekete lyukakat milyen tömeghatár választja el egymástól. A neutroncsillagok maximális tömegére elméleti megfontolások alapján körülbelül 3 naptömeg adódik, ami nagyjából összhangban van a rendelkezésre álló megfigyelési adatokkal. Ugyanakkor a Tejútrendszerben eddig megfigyelt, csillagtömegű fekete lyukak mindegyike 5 naptömegnél több anyagot tartalmaz; úgy tűnik tehát, hogy a csillagok folytonos tömegeloszlása ellenére a kompakt maradványobjektumok esetében körülbelül 3 és 5 naptömeg között létezik egy űr. Nem zárható ki, hogy ez az eredmény valamilyen megfigyelési effektus vagy a vizsgált objektumok alacsony számának eredménye, de egyes modellszámítások szerint lehetséges, hogy a szupernóva-robbanások lefolyása egyszerűen kizárja (vagy legalábbis valószínűtlenné teszi) az ebbe a tömegtartományba eső maradványobjektumok létrejöttét.

## Mitől pulzár a pulzár?

Az impulzusmomentum-megmaradás és a csillagmag sugarának nagymértékű csökkenése miatt a frissen kialakult neutroncsillag forgási sebessége akár egymilliószorosa is lehet a szülőcsillag eredeti szögsebességének (így jöhet létre egy másodperc körüli, vagy akár annál is rövidebb forgási periódus). A neutroncsillagok másik nagyon fontos tulajdonsága, hogy rendkívül erős a mágneses mezejük. Ennek okát szintén egy megmaradási tétel, az úgynevezett „befagyás tétele” magyarázza, amely szerint a mágneses fluxus értéke az áramló plazmában állandó marad. Ezt összekötve a nagymértékű méretcsökkenéssel az adódik, hogy a neutroncsillag mágneses terének erőssége a magösszeomlást megelőző állapothoz képest – a szögsebességhez hasonlóan – szintén körülbelül hat nagyságrenddel növekszik.

Az erős mágneses tér következtében a szabad protonok és elektronok gyorsuló mozgást végeznek, és ezáltal egy kis térszögben (nyalábban) sugárzást bocsátanak ki a neutroncsillag mágneses pólusai mentén. Ha a maradványobjektum forgástengelye és mágneses tengelye nem esik egybe, akkor a sugárnyaláb egy adott megfigyelő számára minden forgási ciklus során csak egyszer válik megfigyelhetővé. Az ilyen jellegű, periodikus, tipikusan a rádiótartományban – de esetenként a látható, a röntgen-

vagy akár a gammatartományban – észlelhető felvillanásokat mutató források alkotják a *klasszikus pulzárok* csoportját.

Jelenlegi ismereteink alapján a pulzárok a mágneses tér erőssége és a sugárzás gerjesztési mechanizmusa alapján alapvetően három csoportba sorolhatóak:

- klasszikus pulzárok,
- milliszekundumos pulzárok,
- magnetárok.

A klasszikus pulzárok sugárzását a neutroncsillag rotációja határozza meg, és az így kisugárzott energia következtében az égitest forgása az idő előrehaladtával egyre jobban lelassul. Amikor a pulzár rotációs periódusa néhány másodpercnél hosszabbá válik, akkor az elméletek szerint a „világítótorony-mechanizmus” kikapcsol, és csak egy közönséges neutroncsillag marad az egykori pulzár helyén. Ennek a folyamatnak a tipikus időskálája körülbelül tíz- és százmillió év közé esik, azaz az Univerzum 13,6 milliárd éves története során kialakult összes pulzár ~99%-a már nem bocsát ki többé rádiójeleket.

Ezzel szemben a *milliszekundumos pulzárok* elsősorban nem rádió-, hanem röntgensugárzást bocsátanak ki, és energiájukat sem a rotációból, hanem tömegbefogási (akkréciós) folyamatokon keresztül nyerik. Ezek a röntgenforrások minden jel szerint olyan idős, a forgási energiájuk legnagyobb részét felélő klasszikus pulzárokból alakultak ki, amelyek kettős rendszerek tagjai. Ebben az esetben ugyanis a társcsillagból eredő tömegátadás és az akkréció során felszabaduló gravitációs potenciális energia alakul át sugárzássá. Ha a tömegbefogási korong képes impulzusmomentumot átadni, azaz újra felpörgetni a neutroncsillagot, akkor ennek hatására ismét kialakulhat pulzár. A megfigyelések szerint ezeknek a milliszekundumos rotációs periódusú objektumoknak a mágneses tere akár tízezerszer is gyengébb lehet, mint a klasszikus pulzároké. Ez a némiképp moderált mágneses mező viszont kevésbé lassítja a neutroncsillag forgását, azaz a milliszekundumos pulzárok akár évmilliárdokig is fennmaradhatnak. Így a gömbhalmazokban található, legöregebb ismert pulzárok ezen csoport képviselői lehetnek. A jelenleg ismert, legrövidebb periódusú pulzár a körülbelül 18 ezer fényévre lévő *PSR J1748-2446ad* a Terzan 5 gömbhalmazban, amely 716 fordulatot tesz meg másodpercenként [7]; az őrült tempóban pörgő csillagmaradvány egyenlítői kerületi sebességére csaknem 70 ezer km/s (a vákuumbeli fénysebesség közel negyede) adódik! A számítások szerint a neutroncsillagok fordulatszámának elvi maximuma másodpercenként körülbelül 1500 lehet; ennél nagyobb szögsebességek esetén a tehetetlenségi erők a mégoly sűrű égitest anyagát is szétszakítanák.

A speciális alcsoportba tartozó *magnetárok* olyan neutroncsillagok, amelyek mágneses tere ezen égitestcsaládon belül is rendkívül erős. Ennek az extrém mágneses télerősségnek az értéke akár az ezerszeresét is elérheti egy tipikus pulzárénak. A magnetárok rendkívül nagy mennyiségű elektromágneses sugárzást bocsátanak ki, amely legnagyobb része a röntgen-, illetve a gammasugárzás tartományába esik. Ezen túlmenően a csillagászok nem ismerik a magnetárok tulajdonságait, azonban ennek ellenére gyakran merülnek fel különböző, egyelőre feltáratlan asztrofizikai rejtélyek – például a szuperfényes szupernóvák extrém csúcshévísségéhez szükséges energia-termelő mechanizmus [8] – lehetséges magyarázataiként.

Jelenleg mintegy 1800 pulzárt ismerünk, ezek körülbelül 10%-a kettős rendszer tagja. Egészen a közelmúltig csak a Tejútrendszerben, illetve – mintegy két tucat objektum erejéig – a Nagy-Magellán-felhőben sikerült pulzárokat azonosítani; az Andromeda-galaxisban található első pulzár felfedezésére egészen 2016-ig kellett várni [9].

## Gammasugárzó pulzárok

Idáig mint elsősorban a rádió-, illetve a röntgentartományban detektálható objektumokról beszéltünk a pulzárok kapcsán; a pulzárok mintegy 5%-a azonban extrém nagy energiájú gammafotonokat is produkál. A pulzárok ezen egzotikus csoportjából már több mint 160-at találtak a Fermi-űrtávcső segítségével, nagy többségüket a Tejútrendszerben belül. Ahogy fentebb részleteztük, a pulzárok forgó mágneses mezeje elektromos teret generál, amely töltött részecskéket gyorsít. Ezen részecskéket a mágneses tér görbült pályára kényszeríti, ami fotonkibocsátást eredményez. Az 1 GeV-nál nagyobb energiájú fotonokat a mágneses tér elnyeli, elektron-pozitron párok jönnek létre, amely részecskepárok szinkrotronsugárzása újabb fotonokat kelt. A folyamat ismétlődéséből egy elektron-pozitron részecskekaszkád keletkezik, egészen addig, amíg a fotonok energiája már nem képes elektron-pozitron párokat kelteni; ezek a fotonok pedig már képesek kijutni a pulzár mágneses teréből [10].

2015 novemberében fedezték fel az első két, Tejútrendszeren kívüli gammasugárzó pulzárt a Nagy-Magellán-felhő Tarantula-ködében [11]. A korábbi elméletek szerint elsősorban a szupernóva-robbanások által felgyorsított, nagy energiájú kozmikus részecskék adják az Univerzumból érkező gammasugárzás nagy részét. A Tarantula-kód az egyik legaktívabb ismert csillagkeltő régió, így viszonylag gyakoriak benne a szupernóva-robbanások, mégis, a régió gammafluxusának mintegy 85%-áért a

frissen felfedezett két objektum a felelős. A gammasugárzó pulzárrok felfedezése tehát a nagy energiájú kozmikus sugárzás forrásairól alkotott elméletek újragondolását is eredményezheti.

## Bolygók pulzárrok körül

Jelenlegi ismereteink szerint csaknem minden csillag körül találhatunk bolygórendszert – ez alól a szabály alól pedig a pulzárká váló nagy tömegű csillagok sem kivételek. Vajon mi történhet ezekkel az exobolygókkal a csillag szupernóva-robbanását követően? A kérdés megválaszolásához a pulzárrok periodikus jelének modulációja vezethet el. Az esetleges bolygók ugyanis gravitációs hatásuk miatt mozgásra késztetik a csillagmaradványukat, amely így hozzánk képest hol kissé közelebb, hol kissé távolabb tartózkodik abban a pillanatban, amikor felénk mutat a mágneses pólusa. A pulzár rádiójelének rendkívül pontos periódusideje így – látszólag – kismértékben folyamatosan változik.

Az első exobolygó felfedezését gyakran kötik *Michel Mayor* (1942–) és *Didier Queloz* (1966–) svájci csillagászok nevéhez. Ez a megállapítás azonban téves, mivel az 1995-ben azonosított *51 Pegasi b* csak a „fősorozati csillagok körül felfedezett első exobolygó” címét tudhatja magáénak. 1992-ben ugyanis *Aleksander Wolszczan* (1946–) lengyel és *Dale Frail* (1961–) kanadai asztrofizikus már bebizonyították exobolygó létezését a PSR B1257+12 katalógusjelű pulzár körül, ráadásul rögtön kettőt is [12]. A két bolygó 0,19 és 0,36 CSE-re kering a milliszekundumos pulzár körül, tömegük pedig rendre 0,02, illetve 4,3 földtömeg. Hozzájuk csatlakozott 1994-ben a szintén a fenti szerzőpáros által talált harmadik bolygó a rendszerben, továbbá az sem tűnik elképzelhetetlennek, hogy a pulzár körül aszteroida-övezet is van. Mára már számos pulzár körül találtak bolygórendszert, ezek kialakulását illetően azonban még nincs konszenzus. A modellek szerint ugyanis ezek a kőzetbolygók kialakulhattak a szupernóva-robbanást követő második bolygóképződés folyamán, de akár az egykori fősorozati csillag körül keringő gázóriások sziklás magjai is lehetnek, amelyek túléltek a robbanást.

## Alkalmazások I: gravitációs hullámok és egyéb relativisztikus effektusok

A pulzárrok felfedezésével nem csupán egy új objektumtípus létre derült fény, hanem az anyag igen nagy sűrűségéknél való viselkedésének tanul-

mányozására, valamint korábbi elméletek igazolására is alkalom nyílt. A kérdéses objektumok remek lehetőséget nyújtanak például különböző relativisztikus effektusok megfigyelésére.

Nem sokkal az első pulzár felfedezése után, 1974-ben *iff.* Joseph H. Taylor (1941–) és Russell A. Hulse (1950–) azonosította a PSR B1913+16 jelű pulzárt, ami egy másik, detektálható felvillanásokat nem mutató neutroncsillaggal alkot kettős rendszert, mindössze nyolcórás keringési periódussal (elképzeltethető, hogy a társkomponens is pulzár, csak a nyalábok sosem mutatnak a Föld irányába). Az első, úgynevezett *kettős pulzár* (5. ábra a színes mellékletben) felfedezése páratlan lehetőségnek bizonyult az Einstein általános relativitáselmélete által megjósolt gravitációs hullámok létének bizonyítására, mivel az energia ebben a formában történő kisugárzása a keringési periódus csökkenését okozza. A Hulse–Taylor-féle neutroncsillag-páros esetében ez csupán 76,5 mikroszekundumnyi változást jelent évente, de a pulzár jelének több évnyi elemzésével sikerült a kimutatása [13], így ez a jelenség a gravitációs hullámok egyetlen, közvetett bizonyítékeként szolgálhatott egészen azok első, a LIGO-detektorokkal 2015 szeptemberében történt közvetlen észlelésükig. Hulse és Taylor 1993-ban fizikai Nobel-díjat kaptak felfedezésükért.<sup>5</sup>

További érdekesség, hogy három szervezet – European Pulsar Timing Array (EPTA), Parkes Pulsar Timing Array (PPTA), North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves (NANOGrav) – együttműködésében azt a lehetőséget is vizsgálják, hogy vajon a pulzárok segítségével is kivitelezhető lenne-e a gravitációs hullámok *közvetlen* detektálása. Habár a módszer alapelve teljesen hasonló a földfelszíni interferometriai mérésekéhez, itt lézernyalábok helyett a pulzárok elektromágneses sugárzását használnák fel, és az interferométer „karjai” nem néhány kilométer, hanem több ezer fényév hosszúságúak lehetnének. Ez az érzékenység növelésén túl azt is jelenti, hogy ez a módszer a földfelszíni mérésekben keresettektől eltérő frekvenciájú gravitációs hullámok megfigyelésére lehet alkalmas, amelyeknek feltételezett forrásai a szupernagy tömegű (azaz több milliárd naptömegű) feketelyuk-kettősök lennének. Nagyjából harminc milliszekundumos pulzárt galaktikus órák egész rendszereként használva a potenciális gravitációs hullámok az elképzelések szerint mérhető zavarokat fognak okozni a fényjelek megérkezésének idejében.

Kettős rendszerekben lévő pulzárok, illetve pulzárjelek erősen görbült téridőben való áthaladása esetében elméletileg az általános és a speciális

<sup>5</sup> Jocelyn Bell esetével ellentétben ezúttal a felfedezés idején még szintén doktoranduszhallgató Hulse-t is érdemesnek találták a díjra.

relativitáselmélet egyéb hatásai is kimutathatókká válhatnak [14]. A leg-erősebb perturbációként megjelenő hatás a pulzár és a megfigyelő eltérő sebességű mozgásából adódó idődilatáció, amelyre a pulzárok jelei kapcsán Einstein-féle időkésltetés néven szokás hivatkozni. Az általános relativitáselmélet egyik klasszikus megfigyelési tesztjének számító Shapiro-effektus szerint a nagy tömegű objektumok mellett elhaladó elektromágneses jelek ugyancsak némi késleltetést szenvednek el. Szintén ebbe a körbe tartoznak az égitestek mozgásában megjelenő relativisztikus perturbációk, amelyeket korábban a Merkúr és különböző műholdak pályáinak apszisvonal-vándorlása esetében mértek ki.

A 2003-ban felfedezett PSR J0737-3039 jelű neutroncsillag-páros – amely-nél a Hulse–Taylor-féle kettőssel ellentétben mindkét komponensnél kimutatható a pulzár-jelenség – esetében több hatást, így a keringési periódus gravitációs sugárzás kapcsán bekövetkező csökkenését, az apszisvonal-vándorlás relativitáselmélet által jósolt járulékát, valamint a Shapiro-effektust is sikerült kimutatni [15]. Szintén érdekes kozmikus „laboratórium-nak” számít a PSR J0348+0432 jelű kettős, amelyet egy pulzár és egy fehér törpecsillag alkot; ennél az égitestpárosnál a keringési periódus mindössze évi 8 mikroszekundumos változását sikerült kimérni [16].

A Tejútrendszerben a centrumban lévő szupernagy tömegű fekete lyuk, a Sagittarius A\* kapcsán beszélhetünk leginkább erősen görbült téridőről. Bár néhány pulzárt ismerünk a Sgr A\* 100 pc-es környezetében, az idődilatáció és a Shapiro-effektus kimutatásához – jelenlegi eszközeink és módszereink mellett – a központhoz nagyon közeli, 0,01 pc sugarú tartományon belüli pulzárok vizsgálatára lenne szükség (ha egyáltalán léteznek ilyenek) [17]. A gravitációs sugárzás miatti apszisvonal-vándorlás a galaxis centrumának környékén a pulzárok és a központi fekete lyuk extrém tömegaránya, valamint az ismert pulzárok hosszú pályaperiódusa miatt nehezen kimutatható. Ráadásul a gravitációs sugárzás által okozott egyéb sebességperturbációk ezekben az esetekben eleve jóval nagyobbak lehetnek a keresett effektusnál, így tovább növelik a detektálhatóság bizonytalanságát.

## **Alkalmazások II: a csillagközi anyag vizsgálata**

A pulzárok lehetőséget adnak „klasszikus” asztrofizikai problémák újszerű megközelítésére is, így például a csillagközi anyag vizsgálatára. A csillagközi anyag meleg (~8000 K hőmérsékletű) komponensében és a HII-régiókban lévő szabad elektronok diszperziót eredményeznek, vagyis a különböző



frekvenciájú rádiósugárzások más-más idő alatt jutnak keresztül a közegen. Mivel a pulzárok széles frekvenciatartományon sugároznak, ezért a magasabb és alacsonyabb frekvenciájú (rádió)jeleik beérkezése közt eltelt időből meglehetősen pontos következtetéseket lehet levonni a köztünk és a jelforrás között lévő csillagközi anyag ionizált részének mennyiségére.

Ezen felül a csillagközi anyagban történő turbulens mozgások a légkörrünk által a csillagok fényében okozott „pislákoláshoz” hasonló jelenséget okoz a pulzárok jelében, ami lehetőséget nyújt a csillagközi anyag kis léptékű sűrűségváltozásainak pontos és – a pulzárak nagy forgási sebességéből adódóan – gyors mintavételezésű vizsgálatára [18].

### Alkalmazások III: idő- és pozíciómérés

A fentebb említett alkalmazásokon túl a pulzároknak – idő-, illetve pozíciómérés terén – akár közvetlen gyakorlati hasznát is vehetjük.

Habár éppen a pulzárak jeleinek szabályossága tűnt fel először a megfigyelések során, általánosságban mégsem állítható, hogy a jelenlegi módszereknél pontosabb időmérésre szolgálhatnának. Jelenleg az atomórák a legprecízebb időmérő eszközök, amelyekben egyes atomok speciális elektronátmeneteinek frekvenciáit használják fel az időmérés során, így érve el egyedi eszközök esetében az akár  $10^{-16}$  s-os stabilitást (ami 300 millió éven belül legfeljebb egy másodperces késést vagy sietést jelent). Az ilyen pontosságú időmérést égi források használatával egyáltalán nem lehet elérni, ugyanakkor a szinkronizált atomórák rendszerei által biztosított  $10^{-9}$  s-os stabilitás elvileg megközelíthető nagyon stabil forgási periódusú milliszekundumos pulzárak jeleinek felhasználásával [19]. Ez például különböző csillagászati jelenségek efemeriszeinek pontos meghatározásához alkalmazható; ugyanakkor a lengyelországi Gdansk városában 2011 óta egy köztéri pulzár-óra is működik, amely hat pulzár jeleinek 16 rádióantennával történő vételéből kalkulálja ki a pontos időt.

A pulzárak jeleinek időmérésre történő használatát nehezíti, hogy szinte minden pulzárnál megjelenik a „timing noise” jelenség, azaz a forgási szabálytalanságokból eredő, a felvillanások frekvenciájában és/vagy fázisában megjelenő zaj. Ezen felül már számos esetben figyeltek meg megugrásokat (angolul *glitch*) a forgási frekvenciában, amelyek után legalább napok, de olykor akár évek is kellenek az eredeti állapotba történő visszaálláshoz. Egyelőre nem tudni, hogy utóbbiaknak van-e bármilyen köze a forgási szabálytalanságok kialakulásához, viszont mindkettő problémát okoz a precíz időmérésben.

A pulzárak másik felhasználási lehetőségeként felmerült a pozíciómeghatározásban kiaknázható segítségük. Jelenlegi globális helyzetmeghatározó rendszereink (GPS, Galileo, GLONASS) ugyanis viszonyítási pontként a Földet használják, ami több szempontból sem feltétlenül előnyös. Az egyik hátrány, hogy mivel a Földön lévő rendszerórák és a műholdak órái eltérő sebességgel mozognak, ezért az általuk mért idők nem egészen egyformán telnek (ez a már említett idődilatació jelensége), így külön korrekciós számításokra van szükség minden egyes keringési periódusban. A másik nagy hátrány még komolyabb gondot okozhat a jövőben, mivel ezek a helyzetmeghatározó rendszerek csak a Föld felszínén működnek kellő pontossággal, attól eltávolodva viszont egyre nehezebbé válik a pozíciómérés, így a Naprendszer felderítése során nem használhatjuk majd ezeket a módszereket. Éppen ezért már most dolgoznak többféle relativisztikus helymeghatározási megoldáson, amelyek közös alapja, hogy különböző távoli források rádiójeleit használják referenciaként. A Naprendszer égitestjeire történő jelforrás-telepítés mellett természetesen a pulzárak a legjobb jelöltek erre a szerepre.

A pulzárak kozmikus referenciapontokként való alkalmazása egyébiránt egyáltalán nem új keletű ötlet. Alig néhány évvel az első pulzár felfedezését követően több, a Naprendszer távoli pontjaira induló amerikai űrszonda fedélzetére is felkerült egy-egy, a Nap pozícióját 14, már akkor ismert pulzárhoz képest megadó „űrterkép”.<sup>6</sup> Bár visszajelzés még nem érkezett, de ki tudja, egyszer talán valahol „kis zöld emberkék” éppen a pulzárak segítségével azonosítják be földi testvéreik lakóhelyét...

## Hivatkozások

1. Baade, W., Zwicky, F., 1934, *Physical Review*, 46, 76
2. Bell, S. J., 1977, *Annals of the New York Academy of Science*, 302, 685
3. Hewish, A., Bell, S. J., Pilkington, J. D. H., Scott, P. F., Collins, R. A., 1968, *Nature*, 217, 709
4. Pacini, F., 1967, *Nature*, 216, 567
5. Gold, T., 1968, *Nature*, 218, 731
6. Kővári Zs., Hotya H., 2009: Nobel-díjat érő eredmények a csillagászatban, *Feltárul a Világegyetem – Természet Világa 2009/I. Különszám*, 43
7. Hessels, J. W. T., et al., 2006, *Science*, 311, 1901
8. Kasen D., Bildsten L., 2010, *The Astrophysical Journal*, 717, 245
9. Esposito, P., et al., 2016, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 457, L5

<sup>6</sup> Ezek az 1972-ben, illetve 1973-ban indított Pioneer-10 és -11 jelű szondákon az emberiség üzenetét hordozó, aranyozott alumíniumtáblácskák egyik rajzaként, míg az 1977-ben indított Voyager-1 és -2 ikerszondákon a földi képeket és hangokat tartalmazó, aranyozott lemez borítóján – 6. ábra a színes mellékletben – szerepeltek.

10. Caraveo, P. A., 2013, arXiv:1312.2913
11. Fermi LAT Collaboration, 2015, *Science*, 350, 801
12. Wolszczan, A., Frail, D., 1992, *Nature*, 355, 145
13. Weisberg, J. M., Taylor, J. H., Fowler, L. A., 1981, *Scientific American*, 245, 74
14. Lorimer, D. R., Kramer, M., 2005, *Handbook of Pulsar Astronomy*, vol. 4 of Cambridge Observing Handbooks for Research Astronomers (Cambridge University Press)
15. Kramer, M., et al., 2006, *Science*, 314, 97
16. Antoniadis, J., et al., 2013, *Science*, 340, 448
17. Angéil, R., Saha, P., Merritt, D., 2010, *The Astrophysical Journal*, 720, 1303
18. Matsakis, D. N., Taylor, J. H., Eubanks, T. M., 1997, *Astronomy & Astrophysics*, 326, 924
19. Rickett, B. J., 1990, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 28, 561

### Ajánlott irodalom

Kiss L., 2000, Egy neutroncsillag élete, *Meteor*, 30, No. 1, 8–14., <http://astro.u-szeged.hu/ismeret/neutron/neutron1.html>

## BALÁZS LAJOS GYÖRGY

# Paál György és a kozmológia forradalma<sup>1</sup>

Derült éjszakákon a csillagos égbolt látványa ősidők óta gyönyörködteti az embert. Ráboruló sötét boltozat ezüstösen szikrázó csillagokkal. Az ember már korán észrevette, hogy az égbolt alapvetően különbözik földi világunktól. Bármerre ment, nem jutott hozzá közelebb, és nem került tőle távolabb. Az ember szembesült azzal, hogy földi létének térbeli és időbeli korlátai eltörpülnek a kozmikus térbeli és időbeli távlatok mellett. Azt az érzést, amit ennek a felismerése kelt bennünk, találóan fogalmazta meg *Blaise Pascal*, a 17. században élt francia matematikus és fizikus *Gondolatok* című művében: „Ha elgondolkozom rajta, milyen rövid ideig tart az előtte volt és utána következő



Paál György (1934–1992)

öröklétbe vesző életem, milyen kicsi az a tér, amelyet betöltök, sőt az is, amit látok, az általam nem ismert és rólam nem tudó terek végtelenségében elmerülve, megrémülök, és döbbeneten kérdezem, miért vagyok éppen itt és nem másutt, mert ennek nincs semmi magyarázata, miért inkább itt, mint ott, miért éppen most és nem máskor.”<sup>2</sup> Az emberi megismerés alapvető igénye, hogy megpróbáljon ezekre a kérdésekre vála-

<sup>1</sup> Paál György halálának 25. évfordulójára.

<sup>2</sup> Blaise Pascal: *Gondolatok*, ford. Pődör László, Gondolat Kiadó, 1978.

szolni. A *kozmológia* a tudománynak az a területe, amely a bennünket körülvevő világ térben és időben legnagyobb léptékű szerkezetét próbálja feltárni. A világ egészének jellemzése és megértésének igénye kultúrtörténete során végigkísérte az embert.

## Naiv kozmológiák

A teljesség igénye nélkül néhány ókori elképzelés:

Babilóniai kozmológia: a ránk maradt babilóniai dokumentumok szerint (Kr. e. 3000 körül) a Föld és az égbolt egységet alkotnak a végtelen „káosz vizén”. A Föld lapos, és az égbolt merev kupolája távol tartja a külső „káosz óceánt”.

Az eleai görög iskolát megalapító *Parmenidész* (született Kr. e. 515 körül) szerint a Világegyetem véges és gömb formájú, amely nem változik, tökéletes és szükségszerűen időtlen állandó, ami azt is jelenti, hogy nem keletkezett, és nem is szűnik meg. Egységes egészet alkot, és nem osztható részekre. Űr, tehát olyan hely, ahol semmi sincsen, nem létezik. Sokféleség és változás csak az érzéki megismerés korlátaiból adódik. *Parmenidész* szerint az időbeli és térbeli korlátok a létező egészhez képest önkényesek és viszonylagosak.

*Arisztotelész* (Kr. e. 384–322) Univerzuma geocentrikus, állandó, időben változatlan, térben véges kiterjedésű, időben végtelen. A gömb alakú Földet koncentrikus égi gömbök veszik körül. Az Univerzum változatlanul, örökké létezik. A négy klasszikus elemen (föld, víz, levegő, tűz) túlmenően a mindenütt jelen levő éter tölti ki.

*Arisztarkhosz* (Kr. e. 280 körül) a Napot helyezte a Világegyetem központjába. A Föld naponta megfordul a tengelye körül, és körpályán kering a Nap körül. A csillagok egy Nap-középpontú gömbön helyezkednek el.

*Ptolemaiosz* (Kr. u. 2. század) *Arisztotelész* nyomán geocentrikus világot képzelt el, amely a mozdulatlan Föld körül forog. A bolygók körpályán (epiciklus) mozognak, az epiciklusok középpontjai szintén körpályán mozognak a deferens mint középpont körül (a deferens kör középpontja nem azonos a Föld középpontjával). Ennek a modellnek az volt az előnye, hogy segítségével az akkori mérési pontosságon belül meg lehet jósolni a bolygók égi helyét. A megfigyelésekkel a mérési pontosságon belüli egyezésnek köszönhetően ez a modell évszázadokon keresztül megingathatatlanak tűnt.

A középkor általánosan elfogadott világképe szerint a Világegyetem időben véges, és ennek megfelelően van kezdete is. *Filoponusz* (Kr. u. körülbelül 490–570) alexandriai keresztény filozófus szerint a Világegye-

tem időben véges, ennek megfelelően volt kezdete, szemben az ókori görögök állításával, akik időben végtelennek gondolták. Logikai érveket hozott fel a véges Világegyetem mellett a muzulmán Alkindus, a zsidó filozófus Saadia Gaoun, illetve a muzulmán teológus Algazel.

## A távcső feltalálása – a természettudomány forradalma

A középkori világkép évszázadokig stabilnak hitt talpazatán az első súlyos repedést a 16. század elején Kopernikusz rendszere jelentette, amely a Föld helyett a Napot helyezte a mindenség középpontjába. A természettudomány fejlődésében az igazi áttörést azonban a távcső 1608-ban történt felfedezése indította el, amely a holland Hans Lippershey (1570–1619) nevéhez fűződik. Ő azonban a távcsövet nem akarta tudományos célra használni, alapvetően üzleti szempontok vezérelték. A tudománytörténet a csillagászati alkalmazást *Galileo Galilei* (1564–1642) nevéhez köti. Távcsöves megfigyelései a csillagászatban áttörést jelentettek, de a szabadesés és a tehetetlenség törvényének a felfedezésével előfutára volt a newtoni mechanikának is.

A tudományos világképben hatalmas áttörést hozott a tömegvonzás törvényének felfedezése. Eszerint a Földön észlelhető nehézkedésért ugyanaz az erő felelős, amely a bolygókat a Nap körüli pályán tartja. Az „égi” és „földi” világ ugyanazoknak a törvényeknek engedelmeskedik. Ezt az elvet fejezi ki az *Isaac Newton* (1642–1727) által megalkotott mechanika három axiómája is. Úgy gondolta, hogy az összes jelenség (akár égi, akár földi) az abszolút térben játszódik le. Az abszolút tér a benne lejátszódó jelenségektől függetlenül létezik. Az időt is ugyanígy a jelenségektől független abszolút létezőnek tekintette.

Newton a világot időben állandónak és végtelennek képzelte. A tömegvonzás általánosan érvényes, azaz bármely két test kölcsönösen vonzza egymást. A tömeg eloszlása nagy léptéken egyenletes, ennek megfelelően a gravitációs erők kioltják egymást.

A 18. században *Immanuel Kant* (1724–1804) és *Johann Lambert* (1728–1777) a Világegyetemet állandó állapotúnak és végtelennek képzelte el, ahol az anyag különféle léptékeken csomósodik, a csomók újabb, nagyobb kiterjedésű csomókká állnak össze, meghatározott hierarchiát alkotva a végtelenségig.

A 19. században a fizika rohamos fejlődésnek indult. Megszületett a termodinamika és az elektrodinamika. Úgy tűnt, a fizika minden megfigyelhető jelenségre korrekt magyarázatot tud adni. A század végére kiala-

kult a klasszikus fizika igen impozáns épülete. A kozmológiában azonban lényeges előrelépés nem történt, két látszólag jelentéktelen apróságtól eltekintve. Ezek közül az első a *Heinrich Olbers* (1758–1840) által 1823-ban megfogalmazott fotometriai, míg a másik *Hugo von Seeliger* (1849–1924) gravitációs paradoxona volt 1895-ből.

Olbers azt az egyszerű kérdést tette fel, hogy miért van éjszaka sötét. Könnyen kiszámítható, hogy a Newton-féle homogén, végtelen világban az egész égboltnak úgy kellene fénylenie, mint a Napnak. A csillagok fényessége ugyanis a távolság négyzetével fordított arányban csökken. Vagyis egy csillag kétszer nagyobb távolságban négyszer halványabb. Ugyanakkor kétszer nagyobb távolságban négyszer több csillag van.

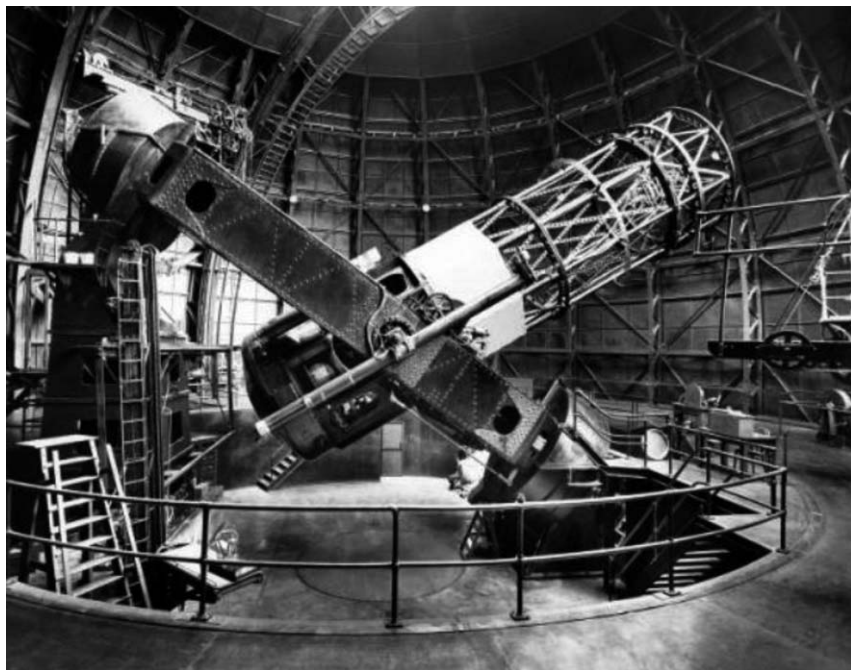
Ennek az az eredménye, hogy összesen a megfigyelőhöz ugyanannyi fény jut. Ha tehát a Világegyetem végtelen, és egyenletesen tele van szórva csillagokkal, akkor nem lenne éjszaka, szemben a hétköznapi tapasztalattal.

A Seeliger-féle gravitációs paradoxon már nem ennyire szemléletes. Ennek a paradoxonnak az a lényege, hogy feltételezve a tömegvonzás törvényének általános érvényességét a Newton-féle Világegyetemben, ahol nagy léptékben az anyag egyenletesen oszlik el, azaz nincs kitüntetett hely, a gravitációs erőt a távoli tömegek ugyan kölcsönösen kiegyenlíti, de az egész rendszer labilissá válik, és ez a végtelen, egyenletes tömegeloszlás nem maradhat fenn.

## A kozmológia forradalma a 20. században

A fizika viharos fejlődése megteremtette a műszaki tudományok és ezen keresztül a technika viharos fejlődésének alapját is. Ez lehetővé tette egyre nagyobb teljesítményű (méretű) távcsövek építését is. A Mount Wilson Observatóriumban száz évvel ezelőtt, 1917-ben állt üzembe a 2,5 m-es tükrével a maga korában óriásnak számító Hooker-távcső (1. ábra).

A Hooker-távcső üzembe állításának idején látott napvilágot *Albert Einstein* világmodellje. Ez a modell már az általa a Porosz Tudományos Akadémián 1915. november 25-én bemutatott téregyenlet, illetve az 1916-ban közzétett általános relativitáselmélet alapján jött létre. Einstein 1917-ben közzétett modellje pozitív görbületű (önmagába visszahajló) térben homogén, illetve időben állandó volt, vagyis az anyag nagy léptéken tekintve állandó sűrűségű volt, és nem mozgott. Ilyen megoldást az 1915-ben bejelentett egyenlete nem adott. Azért, hogy ilyen megoldást kapjon, egyenletéhez hozzáadott egy  $\Lambda$  kozmológiai állandót.



1. ábra. A Mount Wilson Obszervatórium 2,5 m-es Hooker-távcsöve.

Einstein téregyenlete a tér geometriai tulajdonságait köti össze az azt létrehozó anyag fizikai sajátságaival (energiájával és impulzusával). Ennek megfelelően az állandónak aszerint tulajdoníthatunk fizikai értelmet, hogy az egyenletben szereplő fizikai vagy geometriai tagokat egészítjük ki vele. Egyenletének ezzel az állandóval történő kiegészítését Einstein később élete legnagyobb tévedésének tekintette.

Einstein eredeti, 1915-ben közzétett egyenletét használva *Alekszandr Fridman* orosz tudós 1922-ben térben zárt, időben táguló megoldást hozott nyilvánosságra. A megoldás szerint a tér a tágulást követően újra összehúzódik, és ez a folyamat a végtelenségig ismétlődik. Két évvel később, 1924-ben egy hiperbolikus, térben nyílt megoldást közölt, amely korlátlanul tágul.

*Georges Lemaître* belga pap és fizikus 1927-ben Einstein egyenletét használva Fridmantól függetlenül hozzá hasonló eredményre jutott. Sajnos Lemaître munkáját egy belga lapban publikálta, így ez az eredmény nem vált széles körben ismertté, jöllehet Einstein tudott róla. Lemaître világ-



modellje szupersűrű kezdeti állapotból („ősatomból”) érte el jelenlegi formáját, így őt tekinthetjük az ősrobbanás (Big Bang) modell „atyjának”.

A kozmológia viharos elméleti fejlődésével együtt egy évek óta tartó vita is felforrósodott. *Harlow Shapley* mellett kardoskodott, hogy a Világegyetem lényegében a Tejútrendszerből épül fel, a vele szembenálló, ugyancsak amerikai *Heber D. Curtis* pedig amellett érvelt, hogy Galaxisunk csupán egy sziget a Világegyetemben, és nagy távolságból ugyanolyan halvány ködfoltnak látszana, mint amilyeneket távcsöveinkkel nagy számban megfigyelünk.

Ez a két nézet egy azóta híressé vált nyilvános vitában csúcsosodott ki, amely 1920. április 26-án zajlott le Washingtonban az USA tudományos akadémiájának ülésén. A vitát végül is *Edwin Hubble* döntötte el. A Hooker-távcső segítségével az Andromeda-galaxist sikerült csillagokra bontania, és ezek közül néhány a cefeidákra jellemző fényváltozást mutatott. A *Henrietta Leavitt* által 1912-ben talált periódus-fényesség relációt alkalmazva az Andromeda-galaxis messze a Tejútrendszer határain kívülre került (2. ábrán balra). A felfedezést Hubble az Amerikai Csillagászati Társaság 1925. január 1-jén tartott ülésén jelentette be.

Hubble 1929-ben egy ugyancsak korszakalkotó felfedezést közölt. Az Andromeda-ködhöz hasonlóan meghatározta több galaxis távolságát, és azt találta, hogy a szinképükben megfigyelhető vonalak a laboratóriumban mért hullámhosszukhoz képest a távolságukkal arányosan a hosszabb hullámhosszak (a vörös) felé tolódnak el (2. ábrán jobbra). Ezt az összefüggést a felfedezőről Hubble-törvénynek nevezték el, jóllehet létét 1927-ben Lemaître elméletileg már megjósolta.

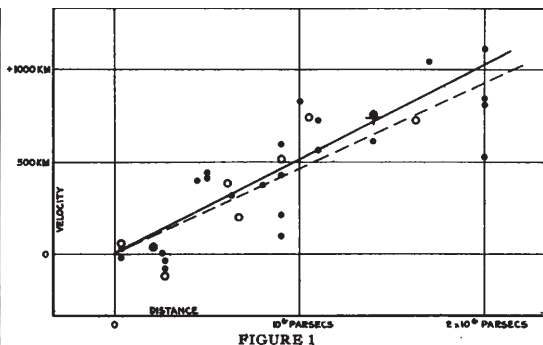
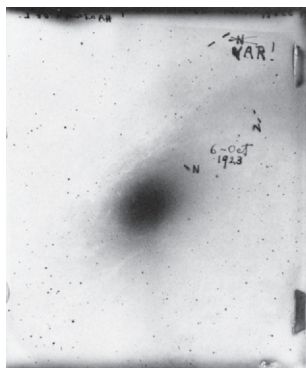


FIGURE 1  
Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

2. ábra. Hubble felvétele az Andromeda-galaxisról (balra). Az első Hubble-diagram (jobbra).

## **A kozmológia Magyarországon – Paál György pályájának kezdete**

Hubble és kortársai méréseinek pontossága mai szemmel nézve sok kívánnivalót hagy maga után, mégis az 1930-as évektől kezdve az Einstein-egyenletek Fridman és Lemaître által kapott megoldásait a megfigyelt Világegyetemre alkalmazva megszületett a kozmológiai elv, amely szerint az Univerzumban nagy léptéken nincs kitüntetett hely, illetve irány, vagyis az homogén és izotrop. Ez az elv hamarosan széles körben elterjedt.

A kozmológiának az 1920–1930-as években lezajlott forradalma Magyarországot érintetlenül hagyta. A Svábhegyen az állam által Konkoly Thege Miklóstól átvett, de a trianoni béke következtében elcsatolt ógyallai intézet helyett 1921–1928-ban épült új létesítmény kutatási témái között nem szerepelt sem extragalaxisokkal, sem kozmológiával kapcsolatos téma. Az intézet távcsőparkja a változócsillagok és a Nap körüli kisbolygók nemzetközi szintű kutatását tette lehetővé. A kozmológia a nagy távcsöveket üzemben tartó, gazdag országok privilégiuma volt.

Az 1950-es évek vége felé mégis elindult valami Magyarországon is. Marx György, az ELTE TTK fizikaprofesszora vezetésével, arra alapozva, hogy a csillagok energiatermelésének melléktermékeként keletkező neutrínók nagy számban találhatók a Világmindenségben, kutatni kezdtek, hogy ezeknek a részecskéknak a gravitációs hatása befolyásolja-e a nagy léptékű kozmikus struktúrák (például galaxishalmazok) stabilitását.<sup>3</sup>

A magyarországi csillagászatban lényeges változás jelentett a mátrai Piskés-tetőn 1958–1961 között épült új megfigyelőállomás. Itt kezdte el működését 1962-ben egy 90 cm tükrőátmérőjű Schmidt optikai rendszerű teleszkóp. A távcső csillagászati műszereknél nagynak számító  $5^\circ \times 5^\circ$  látómezejét felhasználva kutatni kezdték az extragalaxisokban fellángoló szupernóvákat. A szupernóvák kutatásához szükség volt a Palomar-atlaszra, amely lehetővé tette annak az eldöntését, hogy a Schmidt-teleszkóppal felfedezett újonnan felfénylett forrás halvány formában már korábban is létezett-e, vagy valóban egy hatalmas kozmikus robbanásnak lehettünk szemtanúi.

Az atlasz a Palomar-hegyen 1949-ben felállított 1,8 m tükrőátmérőjű Schmidt-teleszkóppal (3. ábra) 1958 végéig készített felvételek alapján készült. A felmérés során 36 cm élhosszúságú fotólemezeket használtak,

<sup>3</sup> E sorok szerzője is a kozmikus neutrínók galaxishalmazokra gyakorolt gravitációs hatásáról írta diplomamunkáját Marx György vezetésével.



3. ábra. Edwin Hubble a Palomar-hegyi Schmidt-távcsőnél.

amelyek az égbolt nagyjából 36 négyzetfokos területét fedték le. Minden égi területet kétszer fényképeztek le: egy vörös, illetve egy kékérzékeny lemezre. A felmérés az északi pólustól a  $-30^\circ$  deklinációig az egész égboltot lefedte, sőt egyes területeken a  $-34^\circ$  deklinációt is elérte, és 936 lemezpárt tartalmazott. A fényességhatár nagyjából 22 magnitúdó volt. A kereskedelmi forgalomba került fotómásolatoknál ez mintegy 21 magnitúdóra csökkent. A vörösérzékeny lemezeknél ez valamivel rosszabb, a kékéknél pedig kissé jobb volt. A svábhegyi csillagda (akkori nevén az MTA Csillagvizsgáló Intézete) fiatal munkatársa, Paál György felismerte, hogy az intézet által beszerzett Palomar-

atlasz egyedülálló lehetőség a magyar kutatók számára, hogy vizsgálataikat a Világegyetem távoli térségeire is kiterjesszék.

Paál György 1934. december 31-én született Budapesten. Általános iskolai tanulmányait a XI. kerületi Bocskai úti népiskolában kitűnő eredménnyel végezte. Az Apáczai Csere János Gyakorló Általános Gimnázium reál tagozatán szerzett érettségi bizonyítványt 1953-ban, ugyancsak kitűnő eredménnyel. Az 1953/54 tanévtől az 1956/57 tanévig terjedő időben az Eötvös Loránd Tudományi Egyetem, Természettudományi Kar matematika-fizika szakán tanult. 1957-ben okleveles középiskolai tanár végzettséget szerzett. Az államvizsgát is kitűnő eredménnyel tette le.

Az 1956-os forradalmat követően sok tehetséges fiatal hagyta el hazánkat. Detre László igazgató a nyugatra távozott csillagászokat frissen diplomázottakkal igyekezett pótolni. Így került 1958-ban Paál György is az intézetbe. Abban az időben az intézet már nemzetközi hírnévre tett szert az RR Lyrae típusú változócsillagok kutatásában. Paál György is ezeknek a csillagoknak az észlelésébe kapcsolódott be. Hamarosán kitűnt kivételes munkabíráásával és lelkiismeretességével.

Az észlelőmunka mellett rendszeresen képezte magát. Ebben nagy segítséget nyújtott az intézet nemzetközi összehasonlításban is kiváló

könyvtára. Minden fontosabb csillagászati folyóirat az első kötetétől hiánytalanul rendelkezésre állt. A két világháború okozta kiesést is rövid időn belül pótolták.

Olvasmányai során Paál György figyelme fokozatosan a Világegyetem nagy léptékű szerkezete felé irányult, és elhatározta, hogy ezzel a témával fog foglalkozni. A témaváltás első dokumentuma egy, a *Nature* c. folyóirathoz beküldött olvasói levél volt 1961-ben. A levelet *Balázs Bélával* közösen írták, aki frissen végzett matematikusként szintén az 1956-os forradalom után nyugatra távozott kutatók helyére került az intézetbe. A levélben ahhoz a kérdéshez szóltak hozzá, hogy a kozmológiában az adott mérések és hibák szintjén mennyire lehet különbséget tenni az egyes modellek között. Hangsúlyozták, hogy a modellekre mindenképpen szükség van, de csak olyanokra, amelyek között az esetleges jövőbeli mérésekkel különbséget lehet tenni, ez azonban nem jelent okvetlenül igazolást is.

## Paál György kutatómunkájának főbb állomásai

Tudományos munkásságát nem sokkal 1992. március 22-én bekövetkezett halála előtt ő maga 5 téma vizsgálata köré csoportosította:

- a. A korai években (1964–1971) gondolatokat fogalmazott meg a Világegyetemben észlelhető nagy léptékű inhomogenitásokról.
- b. Ezeket az inhomogenitásokat a következőkben bizonyos fejlődési effektusok lehetséges eredményének tartotta.
- c. Az első érveket és elemzéseket, amelyek szerint a kvazárok vöröseltolódásában megfigyelhető periodicitás a kozmikus tér globális szerkezetével magyarázható, 1970–1971-ben fogalmazta meg.
- d. Később a galaxisok vöröseltolódásában megfigyelhető periodicitást kapcsolatba hozta a kozmikus tér globális szerkezetével, illetve a Világegyetem tágulásának gyorsulásával.
- e. Vizsgálta a Világegyetem korai inflációjának lehetséges változatait.

A továbbiakban Paál György munkásságát az általa javasolt beosztás szerint tekintem át. Az **e** pontban összefoglalt munka időben korábban történt, mint a **d**. A tárgyalásnál az időbeli sorrendet követtem.

### A Világegyetemben észlelhető nagy léptékű inhomogenitások vizsgálata (1964–1971)

Az 1950-es évekre már számosan vizsgálták a Világegyetem nagy léptékű anyageloszlását. Ennek keretében különböző irányokban és határfé-

nyességeig analizálták a galaxisok előfordulási gyakoriságát. Természetesen a galaxisok távolsága kapcsolatban van látszó fényességükkel, de az abszolút fényességükben meglevő nagy különbségek erősen korlátozzák az ilyen természetű vizsgálatok statisztikai hatékonyságát. Ezzel szemben a galaxisokból felépülő halmazok kiválóan alkalmasak az anyag nagy léptékű eloszlásának vizsgálatára.

A térbeli eloszlás vizsgálatához a halmazok esetében is szükségünk van valamilyen adatra a távolsággal kapcsolatban. Ilyen kézenfekvő adat a halmaz látszó átmérője, illetve a halmaztagok fényessége. Egyszerű matematikai statisztikai tény, hogy ha a halmazt alkotó galaxisok abszolút fényességét nagyság szerint sorba rendezzük, akkor a 2., 3. stb. legfényesebb elem fényességének a szórása a sorba rakott elemekénél sokkal kisebb. Megfigyelési tény, hogy galaxisoknál a 10. legfényesebb elem abszolút fényességének szórása mindössze 0,35 magnitúdó. Az persze probléma, hogy a halmazok száma az egyedi galaxisokénál sokkal kisebb.

A Palomar-hegyi Schmidt-távcsővel az ötvenes évek második felében készített égboltfelmérés az égbolt lefedettségében, valamint kozmikus távolsági mélységében az addigi legátfogóbb volt. Ezt a felmérést felhasználva, amelynek alapján a Palomar-atlasz is készült, *Georg O. Abell*, a Mount Wilson Observatórium munkatársa több tízezer galaxishalmazt és -csoportot azonosított. Ezek közül közel kétezer volt elegendően gazdag ahhoz, hogy homogén mintaként statisztikus vizsgálatra alkalmas legyen. A további statisztikus vizsgálatok végül 1682 halmazon alapultak. Ez a nagyszabású munka felkeltette Paál György figyelmét is, és az eredményeket kritikai vizsgálat alá vette.

Abell galaxishalmaz-katalógusának egyik fontos célja volt, hogy segítségével ellenőrizni lehessen a kozmológiai modellek érvényességét. Valamely objektum színekében mért vöröseltolódásból meghatározhatjuk a Hubble-törvény alapján az objektum távolságát. Az eredmény természetesen függ az alkalmazott modelltől. Ha azonban a távolság ettől független úton is meghatározható, akkor van esély a modell érvényességének ellenőrzésére is.

Már említettem, hogy a halmaz 10. legfényesebb elemének abszolút fényessége 0,35 magnitúdó pontossággal becsülhető, feltéve, hogy a közeli és távoli halmazokon belül az abszolút fényesség eloszlása, az úgynevezett luminozitási függvény minden halmazra ugyanaz. Ezt természetesen nem lehet garantálni. Abell ezt a nehézséget úgy próbálta kiküszöbölni, hogy bevezette az úgynevezett „gazdagság” osztályokat (richness class). A halmazokat a bennük azonosítható galaxisok száma szerint 5 osztályba

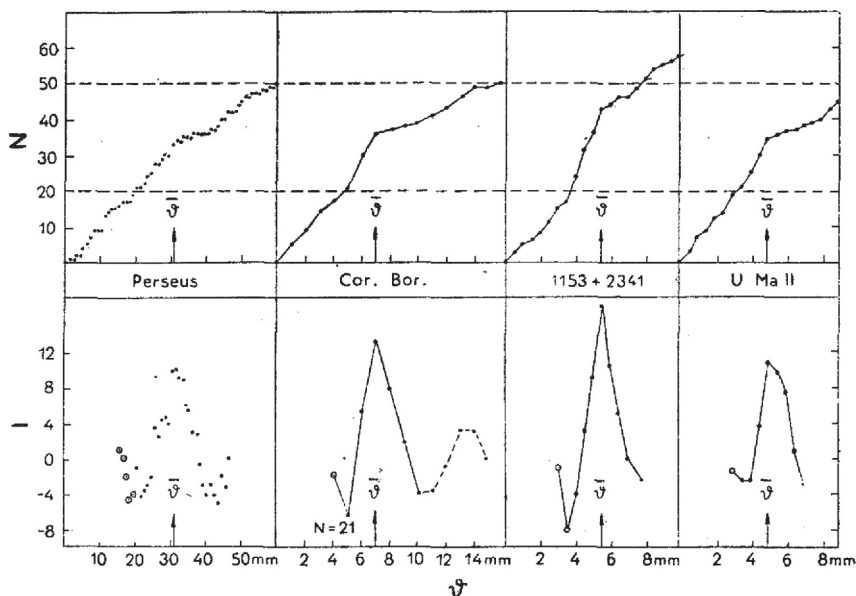
sorolta: a „legszegényebb” csoportba azok tartoztak, amelyekben 30–79, míg a leggazdagabbakba azok, amelyekben több mint 300 halmaztag volt. Az egyik leggazdagabb Abell-halmaz, az 1689-es látható a 4. ábrán, a színes mellékletben.

A kozmológiai elméletek különféle kapcsolatokat állítanak fel a galaxis-halmazokhoz rendelhető látszó fényesség, halmazátmérő, halmaztagok száma, valamint a vöröseltolódás között. Paál György hangsúlyozta, hogy ezeket a mennyiségeket az adott modellek ellenőrzésére csak akkor szabad alkalmazni, ha valóban azt mérik, amire vonatkoznak, tehát szisztematikus hibáktól mentesek. Kimutatta, hogy az Abell-katalógusban alkalmazott halmazátmérő-meghatározás a távoli objektumoknál szisztematikus hibát eredményez. Ennek következtében az az eljárás a ténylegesnél kisebb számú halmazt azonosított.

Paál György javaslatot tett a hiba kijavítására. Furcsa módon a halmazok korrigált térbeli eloszlása rosszabbul illeszkedett az Einstein-egyenletekből kapott, térbeli homogenitást és izotrópiát feltételező megoldásokra. Ebből arra következtetett, hogy abban a térrészben, amelyet a mi galaxisunk körül az Abell-katalógus átfog (ez nagyjából 700 Mpc sugarú gömb), a halmazok térbeli eloszlása és/vagy mozgása nem követi a modellek által jóslott egyenletes sűrűséget és tágulást.<sup>4</sup> Kimutatta, hogy a megfigyelt eloszlásokat a homogenitást és izotrópiát feltételező modellekkel csak akkor lehet helyesen értelmezni, ha jelentős pozitív görbületet tételezünk fel a megfigyelt térrészre, vagy a Világegyetem tágulása igen gyors ütemben lassul.

A halmazok átmérőjének meghatározására használt Abell-féle módszer helyett egy szisztematikus hibáktól mentes új módszert javasolt. A módszert a svábhegyi intézet könyvtárában levő Palomar-atlaszt használva személyesen is ellenőrizte. A halmaz középpontjából kiindulva egyre növekvő sugarú körökben megszámolta a galaxisokat, majd az így kapott számértékeket a körök sugarának függvényében ábrázolta. A kapott görbéken meghatározta azt a pontot, ahol annak menete az egyenestől a legjobban eltért. Ennek a pontnak a középponttól való távolságát fogadta el a halmaz sugarának (5. ábra).

<sup>4</sup> J. Richard Gott III és Mario Jurič, a Princetoni Egyetem kutatói a Sloan Digital Sky Survey (SDSS) méréseire alapozva 2003-ban bejelentették a Nagy Sloan Fal (Great Sloan Wall) felfedezését, amely 400 Mpc méretű, galaxisokból álló szuperhalmaz, tőlünk 300 Mpc távolságban. 2014-ben Brent Tully, a Hawaiai Egyetem kutatója és munkatársai a galaxisoknak az univerzális Hubble-törvénytől eltérő mozgásában egy 1043 milliárd fényév átmérőjű szuperhalmazt találtak, amelynek a Tejútrendszer is része. A halmazt Laniáéának nevezték el, a hawaii őslakosok nyelvén ez mérhetetlen égboltot jelent.



5. ábra. A Paál György által javasolt eljárás a galaxishalmazok méretének becslésére. A felső sor ( $N$ ) a halmaz középpontjától kiindulva a galaxisok teljes számát, az alsó sor ( $I$ ) ennek megváltozását mutatja.

Az új mérések is megerősítették azt a korábbi eredményét, hogy nagyjából 400 Mpc távolságon belül a tér jelentősen eltér az euklideszitől, vagy pedig ebben a térrészben az anyag sűrűségében és/vagy mozgásában jelentősen eltér a homogén és izotrop esettől.

Megvizsgálta, de elvetette azt a lehetőséget, hogy a megfigyelt effektus oka az, hogy a mért vöröseltolódást nem a távolodásból adódó Doppler-effektus okozza.

### Az anyag nagy léptékű eloszlásában megfigyelhető inhomogenitások eredete és fejlődése

A kozmikus anyag nagy léptékű inhomogenitásainak vizsgálatánál alapvető kérdés az, hogy ezek mennyire őrizték meg a születésükkor fennálló úgynevezett kezdeti feltételeket. Azaz, mennyire olvashatók ki jelenleg megfigyelhető állapotukból ezek a körülmények.

Már említettem, hogy a kozmológiában az 1920–1930-as években lezajlott forradalmi átalakulás nyomán a Világegyetem nagy léptékű homogenitása és izotrópiája széles körben elfogadottá vált. Időben visszafelé kö-

vetve a homogén és izotrop eloszlás tágulását, természetesen adódott a kezdeti igen sűrű ősállapot létének feltételezése, amelyből a jelenlegi struktúrákban igen gazdag állapot létrejött.

A fény véges terjedési sebessége miatt a távolabbi objektumokat időben korábbi állapotukban látjuk. A jelenleg ismert legtávolabbi objektumok esetében ez a „visszapillantási idő” a távcsöveinkkel megfigyelhető Világegyetem korával összemérhető. Eltérő távolságú objektumok szerkezetének összehasonlításával nyomon tudjuk követni a különféle kozmikus struktúrák (például galaxishalmazok) kialakulását és fejlődését.

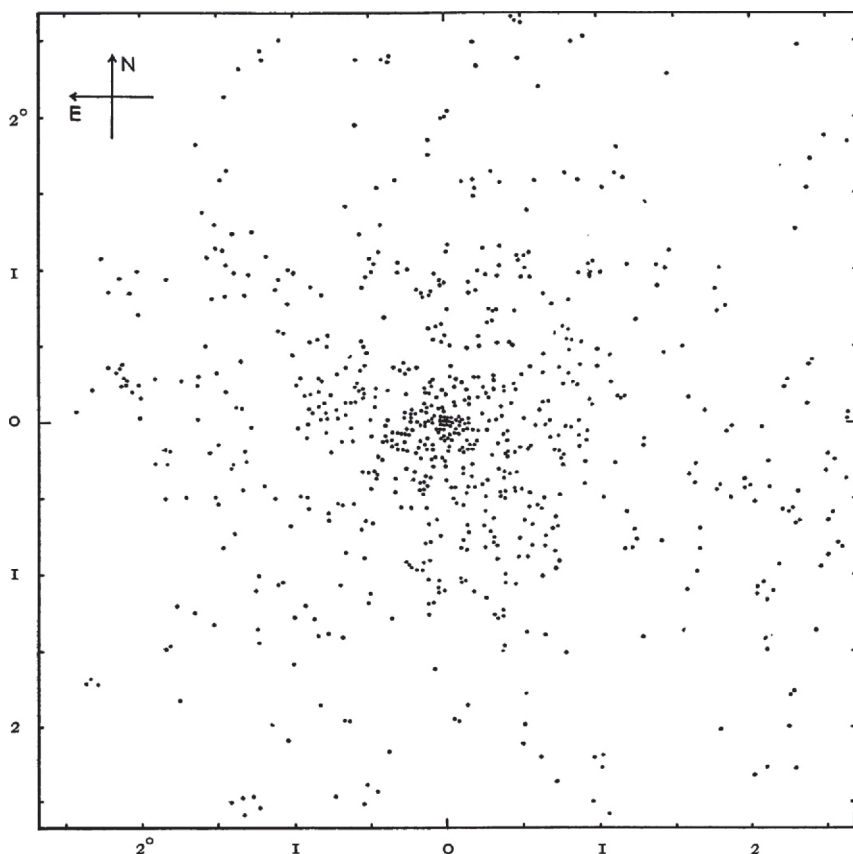
Az eredetileg „sima” kozmikus anyag feldarabolásában és formálásában a gravitáció játszotta a főszerepet. A sűrűsödéseket és ritkulásokat követő gravitációs zavar hatására lefűződő anyagfelhők már nem követik a kozmikus anyag nagy léptékű általános tágulását, hanem önálló életet kezdenek. Alapvető kérdés, hogy a leszakadt felhő gravitációs ereje elegendő-e ehhez az önálló élethez, vagyis gravitációsan stabil-e. Az önálló életre kelt felhő tovább aprózódhat, és újabb alrendszernek formálódhatnak ki benne. Ennek a folyamatnak jellegzetes állomását képezik a galaxishalmazok.

Már az 1930-as években felvetődött, hogy a galaxishalmazok tagjai között működő gravitációs erő elegendően nagy-e ahhoz, hogy megakadályozza a halmaz széthullását, azaz ezek időben mennyire stabil képződmények. *Fritz Zwicky*, a California Institute of Technology munkatársa, a Coma csillagképben levő gazdag galaxishalmaz (6. ábra) vizsgálata során 1937-ben arra a következtetésre jutott, hogy a halmazt alkotó galaxisok gravitációs ereje nem elegendő ahhoz, hogy a halmazt együtt tartsa. Tekintve, hogy a halmaz a benne levő galaxisok eloszlása alapján egyensúlyban levőnek tűnik, léteznie kell még a halmazban olyan tömegnek, amelynek a vonzása kiegészíti a távcsöveinkkel látható objektumokét, és csak gravitációs hatása által érzékelhető. Ez az úgynevezett „sötét anyag”.

Felvetődött a kérdés, hogy ez a csak gravitációsan érzékelhető anyag hol van a halmazban. A valóságot két véglet között lehetett keresni. Az egyik az, hogy a sötét anyag nem tapad a galaxisokhoz, a halmazt nagyjából egyenletesen tölti ki. A másik véglet pedig az, hogy a sötét anyag a galaxisokhoz, mégpedig főleg a nagyobb tömegűekhez tapad.

Miután Paál György az Abell-féle galaxishalmazok vizsgálatával arra következtetett, hogy azok térbeli eloszlása, mozgása nem követi a kozmológiai elv szabályait, a 70-es években részletesen vizsgálta a kérdést, hogy az észlelt eltérésekben a sötét anyag jelenléte milyen szerepet játszott. Megállapította, hogy az ősrobbanás után, amikor a Világegyetem anyagának struktúrákba szerveződése elkezdődött, valamilyen nagyon hatékony folyamat-

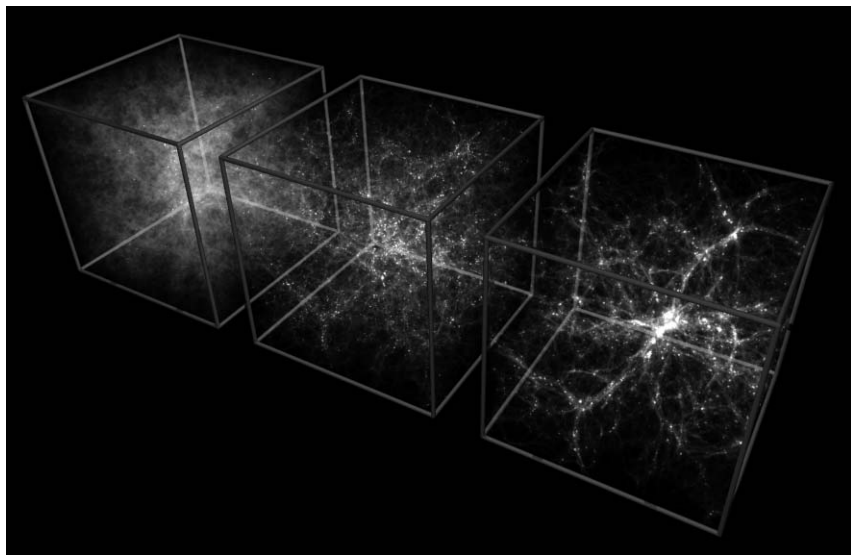




6. ábra. A galaxisok eloszlása a Coma-halmazban. Térbeli eloszlásuk egyensúlyra utal, jóllehet látható tömegük ehhez nem elegendő. Az egyensúly biztosítására feltételezte Fritz Zwicky 1937-ben a sötét anyagot.

nak kellett működnie, amely az azóta eltelt 13 milliárd év alatt a megfigyelhető galaxishalmazok jelenleg megfigyelhető arcát kialakította (7. ábra).

Arra a következtetésre jutott, hogy jelentős mennyiségű sötét anyag nélkül az a gravitációs hatás, amely a halmazokban a távcsöveinkbe jutó fényt kibocsátó anyagi objektumokból származik, nem elegendő ahhoz, hogy a kezdeti állapotból a rendelkezésre álló idő alatt a jelenlegi arculatukat létrehozza. Az elegendően gyors fejlődéshez a sötét anyag jelenléte mindenképpen szükséges.



7. ábra. A kozmikus anyag nagy léptékű strukturálódásának folyamata. Az idő múlásával a szálak szerkezet egyre markánsabbá válik. A gazdag galaxishalmazok a háló csomópontjaiban jönnek létre. A struktúrák kialakulásában a sötét anyag szerepe döntő.

E tény felismerése az ő szóhasználata szerint a sötét anyag „újrafelfedezését” jelentette. Rámutatott arra, hogy a sötét anyag hatása rendkívül érzékeny a halmazbeli eloszlására. Számszerű példákkal igazolta, hogy ha a sötét anyag túlnyomó része a halmaz nagy tömegű galaxisaihoz tapad, akkor a halmaz fejlődési üteme a sötét anyag nélküli állapothoz képest akár 3 nagyságrenddel gyorsabb is lehet.

### **Első érvek és elemzések a kozmikus tér globális szerkezetéről**

A kvazárok felfedezése 1963-ban mindenképpen új utat nyitott a Világegyetem nagy léptékű szerkezetének a vizsgálatában. Már az első spektroszkópai mérések során kiderült, hogy a hasonló látszó fényességű nagy galaxisokénál sokkal nagyobb a vöröseltolódásuk. Ha a vöröseltolódást a Hubble-törvény alapján távolságparaméterként értelmezzük, akkor ez a kvazárok esetében a megfigyelt galaxisokénál sokkal nagyobb távolságot is jelent. Azoknál a kvazároknál, amelyek gazdag galaxishalmazok irányában fordultak elő, sikerült olyan eseteket találni, amikor a vöröseltolódásuk a halmazt alkotó galaxisokéval megegyezett. Ennek alapján valószínűsíthető volt, hogy vöröseltolódásuk valóban kozmológiai eredetű.

A 60-as évek végére az ismert vöröseltolódású kvazárok száma jócskán meghaladta a százat. 150 kvazár vöröseltolódásának elemzése arra mutatót, hogy azok nagysága meghatározott értékek köré csoportosul, mintha az valahogyan „kvantálva” lenne. Ez a tény egyes kutatókban kétséget ébresztett a vöröseltolódás kozmológiai eredetével szemben. Arra gondoltak, hogy ez a kvazárok valamilyen „belső” tulajdonsága, és semmi köze a Hubble-effektushoz. Paál György egy 1971-ben közzétett tanulmányában rámutatott arra, hogy a kvazárok vöröseltolódásának eloszlásában talált szabályos csúcsok nincsenek ellentétben kozmológiai távolságukkal.

A tér és az idő a megfigyelhető anyagi jelenségek legáltalánosabb jellemzői. A fizika által tanulmányozott bármilyen jelenség valahol és valamikor történik. Megfelelő vonatkoztatási rendszer,<sup>5</sup> illetve időszámítás bevezetésével a megfigyelt jelenség helyéhez és idejéhez számadatokat, koordinátákat, illetve időpontot is rendelhetünk. Ilyen módon a tér pontjai és az idő pillanatai matematikailag kezelhető sokasággá válnak. E két sokaság együttesét téridőnek nevezzük.

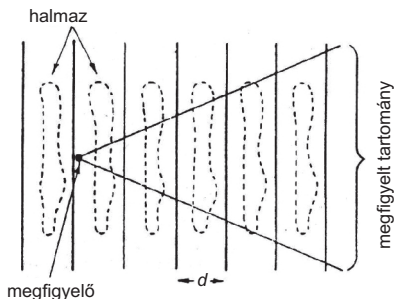
A fizikai tér alapvető tulajdonsága az, hogy összefüggő. Ezalatt azt kell érteni, hogy bármelyik pontjából eljuthatunk egy másikba folytonos vonallal úgy, hogy a vonal minden pontja a tér egy pontja. A tér egyszerűen összefüggő, ha a pontjait összekötő bármely folytonos zárt görbe fokoza-  
tos zsugorítással egy pontba húzható össze anélkül, hogy eközben belőle kilépnénk. Ha ez nem teljesül, többszörösen összefüggő térről beszélünk.

Ezeket a fogalmakat könnyen szemléltethetjük egy papírlap segítségével. A papíron bármely folytonos zárt görbe fokozatosan ponttá zsugorítható úgy, hogy nem kell a papírlapból kilépnünk. Ragasszuk össze a lap két átellenes oldalát egy hengert formálva! Az így kapott hengeren tudunk olyan folytonos vonalat rajzolni, amelyet már nem lehet a fenti módon ponttá zsugorítani.<sup>6</sup>

Egy ilyen hengerfelületen élő 2-dimenziós lény saját hátát is láthatja, mivel a hátrafelé elindított fénysugár a henger felületén haladva, azt megkerülve szemből érkezik meg. Ehhez hasonló történik egy szobában, amelynek falait tükrökkel fedték be (8. ábra, balra). Ha a henger átmérője akkora, hogy a megkerüléséhez szükséges idő a 2-dimenziós lény életkorával is összemérhető, az illető akár saját csecsemőkorabeli hátát is láthatja.

<sup>5</sup> A csillagászatban használt vonatkoztatási rendszer kiindulópontja a megfigyelő, és bármely jelenséget az égbolton látható helyzetet megadó két szöggel, illetve a látóirány menti távolsággal jellemezzük.

<sup>6</sup> Húzzunk például egy vonalat, amely párhuzamos a két nem összeragasztott oldallal. Hengerré formálás után ez a vonal önmagába záródik, de nem húzható össze folytonos zsugorítással egy, a henger palástján levő pontba.



8. ábra. Egy tükörszobában álló alak megsokszorozva látszik (balra). Hasonlóan magyarázta Paál György a kvazárok térbeli eloszlásában észlelt periodicitást (jobbra).

Paál György hangsúlyozta, hogy az Einstein-egyenleteknek lehetnek olyan megoldásai, amelyekben a megfigyelt periodicitás egyszerűen a tér szerkezetének következménye. Ha a tér, amelyben a kozmológiai események lejátszódnak, többszörösen összefüggő, akkor Einstein egyenletei nem zárnak ki egy olyan megoldást sem, amelyben egy objektum a fenti 2-dimenziós esethez hasonlóan többször is látható, de persze a tükörszobához hasonlóan a megfigyelőhöz képest különböző távolságokban és a futási időnek megfelelő korábbi fejlődési állapotban.

A kvazárok vöröseltolódásában látható periodicitás tehát ebben az esetben egyszerűen a tér globális szerkezetének következménye. Ehhez csak azt kell feltételeznünk, hogy van a térben egy „kvazárfelhő”, amit a tér szerkezetéből adódóan többször is látunk (8. ábrán jobbra).

A fenti gondolatmenetnek van azonban sebezhető pontja. A periodicitást a vöröseltolódásban látjuk, míg a fenti modell teljesülése esetén a periodicitásnak a távolságokban kellene jelentkeznie. Az eredeti Hubble-törvény azt mondja ugyan, hogy a galaxisok színképében a vonalak eltolódásának mértéke arányos a távolsággal, de ez csak kis vöröseltolódás esetén igaz. Nagyobb távolságoknál a két mennyiség kapcsolata a megfigyelések leírására használt modell függvénye. A vöröseltolódásban észlelt periodicitás csak speciálisan választott modellek esetén áll fenn. A probléma tisztázásához további megfigyelésekre volt szükség, amelyek a 80-as évek második felében születtek meg.

### A Világegyetem korai inflációja

Paál György 35 évig volt a svábhegyi csillagászati intézet munkatársa. E cikknek nem feladata elemezni, hogy ez alatt az idő alatt miért nem alakult ki rendszeres munkakapcsolat egyik kollégájával sem, beleértve

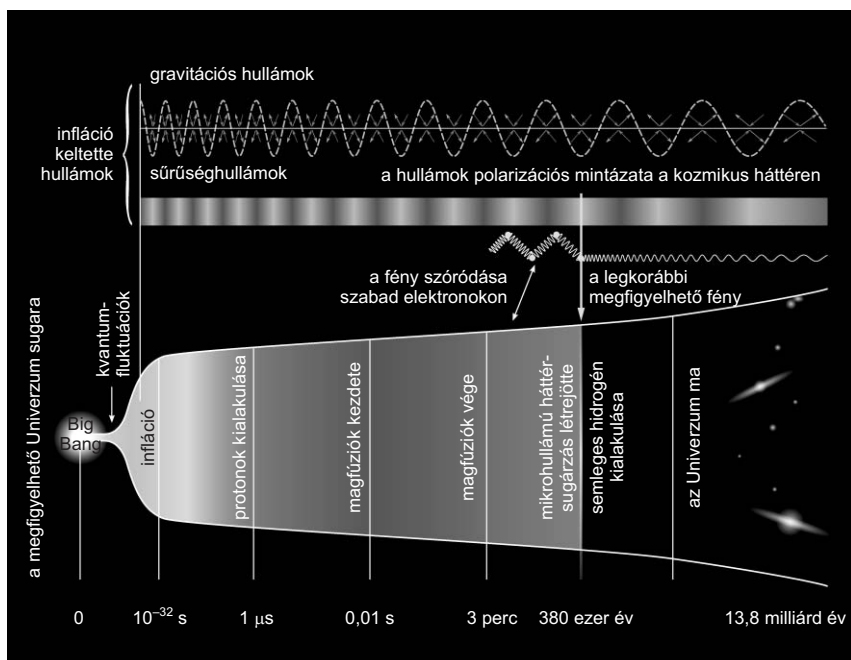
magát a cikk szerzőjét is. Kutatásait tekintve az intézeten belül végig „magányos farkas” volt. A szomszédos Központi Fizikai Kutatóintézet (KFKI) néhány kutatójával<sup>7</sup> azonban a nyolcvanas évek kezdetétől haláláig igen eredményes együttműködés alakult ki.

*Alain Guth*, a Massachusetts Institute of Technology (MIT) kutatója 1981-ben tette közzé inflációs kozmológiai elméletét. Ennek a modellnek a bevezetésére azért volt szükség, mivel a széles körben elfogadott, Einstein téregyenletéből levezetett homogén, izotrop modellekkel kapcsolatban problémák merültek fel. Guth két súlyos problémát említ. (1) A megfigyelésekkel összehasonlítható modell meghatározásához bizonyos kezdeti feltételeket kell megadni: a táguló Világegyetem korai szakaszában teljes mértékben homogén és izotrop volt, dacára annak, hogy bizonyos tartományai között nem volt oksági kapcsolat (ez a horizont probléma). Továbbá, (2) a Hubble-állandó kezdeti értékét igen pontosan be kell állítani ahhoz, hogy napjainkra a tér ne legyen se negatív, se pozitív görbületű, azaz sík euklideszi legyen (finomhangolási probléma).

Guth szerint ezek a problémák eltűnnek, ha feltételezzük, hogy a Világegyetem igen korai szakaszában a szupersűrű anyag állapotában beállt hirtelen változás következtében igen nagy ütemben tágulni kezd („inflálódik”). Ilyen átalakulás ebben az állapotban az elemi részek nagy egyesített elméletében (GUT) természetes módon létrejön. Az elképzelés szerint a Világegyetem  $10^{-38}$  másodperccel az ősrobbanás után  $10^{29}$  K hőmérsékletre hűl le, és ezen a hőmérsékleten elválik az addig egynek mutatózó erős, illetve gyenge magerő, valamint az elektromágneses kölcsönhatás. Ez az átalakulás mintegy  $10^{-36}$  másodperc alatt a tér körülbelül  $10^{50}$ -szörös „felfúvódását” okozza (9. ábra). A mikrovilágban mindig jelen levő kvantumfluktuációk a rendkívül gyors ütemű tágulás eredményeképpen akkorára növekedhettek, hogy belőlük kialakulhattak a későbbi kozmikus struktúrák.

Sajnos ennek az elméletnek is vannak sebezhető pontjai. Ezeken kívánt javítani a Paál György és *Lukács Béla* által 1988-ban közzétett megoldás. A szerzők az inflációs elmélet következő problémáit sorolták fel: (1) A kezdeti kvantumfluktuációknak igen speciális feltételeknek kell megfelelniük, hogy a jelenleg megfigyelhető kozmikus struktúrák létrejöjjenek. (2) A korábbi elméletben fontos szerepet játszó globális homogenitás és izotrópia elvész. Ez csak a megfigyelő által belátható részre igaz, jöllehet számára a világ szükségképpen euklideszi, amit viszont a korábbi elmélet

<sup>7</sup> Diósi Lajos, Holba Ágnes, Horváth István, Keszthelyi Bettina, Lukács Béla (KFKI, Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet)



9. ábra. A Világegyetem inflációs modellje. A közvetlenül az ősrobbanás (Big Bang) után bekövetkező kvantumfluktuációt követően kezdetben igen gyors tágulással alakulnak ki a jelenleg megfigyelhető kozmikus struktúrák.

nem tudott megmagyarázni. (3) Közel kritikus anyagsűrűséget kell feltételezni, ez biztosítja, hogy a megfigyelt tágulási sebesség mellett a ma észlelhető kozmikus struktúrák jöjjenek létre. A szerzők olyan megoldást javasoltak, amely bizonyos értelemben „arany középút” az eredeti, az Einstein-egyenletből levezetett homogén, izotrop, illetve a Guth-féle inflációs kozmológiai modell között. A javasolt megoldás a Guth-féle igen drasztikus inflációt próbálta „megszelídíteni”. Elképzelésüket „lángos inflációnak” nevezték el.

Számításokkal igazolták, hogy a „lágysabb” infláció esetén lehetséges, hogy az ősi sűrű anyagban folyamatosan, egyidejűleg keletkezzenek inflálódó helyek, és ebben az esetben az így kapott megoldás már sok tekintetben megőrzi az eredeti homogén, izotrop megoldások tulajdonságait, és a kozmológiai elv a Világegyetem belátható részén túl is igaz lehet.

## A Világegyetem gyorsuló tágulása

A kvazárok vöröseltolódásában megfigyelhető ciklikusság igazolásához további megfigyelési adatokra volt szükség, amelyek a 80-as évek második felében születtek meg. Így a probléma csaknem 20 éven át Csipkerózsika-álmát aludta. A megfigyelések az északi és a déli galaktikus pólus irányában két vékony nyalábban történtek, és 1400 megaparszek távolságig terjedtek.

A megfigyelések alapján *Thomas Broadhurst*, a Durhami Egyetem munkatársa, együttműködve *Richard Ellissel* (Durhami Egyetem), *David Kooval* (Lick Observatórium) és *Szalay Sándorral* (Johns Hopkins Egyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem), arra az eredményre jutottak, hogy a vizsgált galaxisok eloszlásában 127 Mpc távolságonként csúcsok jelentkeznek. Ezt a periodicitást a galaxisok kialakulására ismert akkori elméletek alapján nem lehetett megmagyarázni.

Az effektus magyarázatához Paál György és munkatársai (*Horváth István*, Lukács Béla, később *Holba Ágnes*) szerint nem volt szükség a nagy léptékű struktúrák kialakulásáért felelős új mechanizmusra. Egyszerűen vissza kellett térni Paál Györgynek a kvazárok eloszlásában megfigyelhető periodicitás magyarázatára mintegy 20 évvel korábban tett javaslatához, nevezetesen ahhoz, hogy az észlelt periodicitás egyszerűen a tér többszörösen összefüggő természetének a következménye, és nincs szükség semmilyen új struktúraformáló mechanizmus feltételezésére.

Fentebb a tér többszörösen összefüggő voltát egy sík papírlap hengerre formálásával szemléltettem. Ennek előállításához a végtelen síkból ki kellett vágnunk egy véges méretű darabot, és annak két ellentétes oldalát összeragasztva hengert formálnunk. A henger felületéhez rögzített 2-dimenziós világban a fény visszatérhet kiindulópontjába, és ez akárhányszor előfordulhat. Az ilyen világban élő 2-dimenziós lény tehát ezt a véges méretű hengert végtelennek látja.

Paál György szerint többszörösen összefüggő tér esetén ez a mi 3-dimenziós világunkban is megtörténhet. Ennek megfelelően a reálisan létező világ véges méretű, és végtelen volta a sokszoros ismétlődés miatt csak látszat. Ilyen megoldás léte nincs ellentétben az Einstein-féle téregyenletekkel. Abból tehát, hogy a galaxisok eloszlásában látható periodikusan ismétlődő csúcsok milyen messze vannak egymástól, ennek a reálisan létező, de a megfigyelésekkel megsokszorozott cellának a mérete becsülhető.

Az alapvető feltevés a kvazárok esetében is az volt, hogy a periodicitás valójában a távolságban történik, és a vöröseltolódás tulajdonképpen ezt csak tükrözi. Kis kozmológiai távolságokon a vöröseltolódás és a távolság

egymással arányos ugyan, de nagyobb távolságok esetén már ez nem igaz, és a két mennyiség közötti összefüggés konkrét függvényalakja az aktuálisan érvényes kozmológiai modellről függ.

A homogén, izotrop modellek két alapvető mennyisége a Kozmosz tágulásának üteme (a Hubble-állandó,  $H_0$ ), illetve a tágulás ütemének időbeli változása, a  $q_0$  gyorsulási paraméter. Broadhurst és munkatársai úgy találták, hogy az észlelt periodicitás a vizsgált galaxisok eloszlásában a  $q_0 = +0,5$  értéknél valósul meg a legtisztábban.<sup>8</sup> Ha nem tételezzük fel a  $\Lambda$  kozmológiai állandó létét, ez a gyorsulási paraméter a pozitív és negatív görbületű világmodellek közötti euklideszi határesetnek felel meg.

A vizsgált galaxisok eloszlásában kapott periodicitást nagyobb pontossággal reprodukálhatjuk Paál György és munkatársai szerint, ha megengedjük a  $q_0$  gyorsulási paraméter negatív értékét is.  $q_0 = -0,5$  értékkel ugyanis sokkal jobb illeszkedést lehet elérni az észlelt adatokhoz. A negatív értékhez azonban szükség van pozitív  $\Lambda$  kozmológiai állandó feltételezésére. Értékére számszerű becslést is adtak. Ehhez szükség volt a tér görbületének becslésére. Minthogy feltételezték, hogy az észlelt periodicitás a tér többszörösen összefüggő voltának a következménye, arra következtettek, hogy ez az észlelt módon csak a görbületlen euklideszi esetben valósulhat meg.

Az euklideszi eset akkor valósul meg, ha az anyag átlagsűrűsége egy kritikus értékkel egyenlő. A tényleges anyagsűrűségnek ehhez a kritikus sűrűséghez mért arányát  $\Omega$ -val jelöljük. Nagy kérdés azonban, hogy a kozmológiai állandó mindössze egy matematikai segédeszköz, amivel Einstein téregyenletét ki kell egészíteni, hogy a megfigyelésekkel összhangban levő megoldást nyerjünk, vagy valódi, egyelőre ismeretlen természetű anyagi létező. Az utóbbi esetet feltételezve beszélhetünk a „sötét energia” létéről.

A  $\Lambda$  kozmológiai állandót anyagi valóságként értelmezve járulékát hozzá kell számítanunk a teljes anyagsűrűséghez. Ennek megfelelően euklideszi esetben  $\Omega = \Omega_\Lambda + \Omega_M = 1$ . Itt  $\Omega_\Lambda$  a sötét energia, míg  $\Omega_M$  az összes egyéb anyag arányát jelenti a teljes sűrűséghez. A gyorsulási paraméter  $q_0 = -0,5$  értéke euklideszi esetben  $\Omega_\Lambda = 0,667$ , illetve  $\Omega_M = 0,333$ . Ezeket az értékeket nézve most tessék mély lélegzetet venni: Az Európai Űrügynökség (ESA) által felbocsátott, 2009–2013 között működött Planck-űrszonda mérése szerint  $\Omega_\Lambda = 0,686$ ! *Vagyis a Paál Györgyék által 1992-ben becsült érték mindössze 3%-kal tér el a jelenleg elfogadott értéktől!*

<sup>8</sup> A pozitív érték azt mutatja, hogy a Világegyetem tágulásának üteme fokozatosan csökken.



Már korábban említettem, hogy a többszörösen összefüggő esetben a végtelen kiterjedés csak látszat, és a valóban létező világ csak egy elegendően nagy cella. Paál György és munkatársai  $280/h$  Mpc<sup>9</sup> nagyságúra becsülték a cella méretét.

## Utószó

A kozmológiában az 1920-as években elkezdődött forradalmi változás első lépése az volt, hogy a cefeidák segítségével a csillagászat kilépett az extragalaxisok világába. Ugyancsak a cefeidáknak köszönhetően állította fel Hubble a róla elnevezett relációt, ami az addig elért kozmikus távolságokat több nagyságrenddel megnövelte.<sup>10</sup>

Ha elfogadjuk, hogy az extragalaxisok színpadpályaiknak mért vöröseltolódása a távolodásból adódó Doppler-effektus eredménye, becsülhető a távolságuk. A Hubble-effektusból becsült távolságnak két nagy fogyatékossága van: függ a választott kozmológiai modelltől, illetve, ha a kozmikus anyag mozgásában a távolodásból adódó sebességgel összemérhető egyéb mozgás is van, ennek hatásától a méréseket nem tudjuk elvonatkoztatni.

Fontos tehát egyéb, úgynevezett szabvány gyertyák (standard candles) ismerete, amelyek nagy kozmikus távolságból is megfigyelhetők, de távolságuk meghatározásához nincs szükség a Hubble-effektusra. Kiderült, hogy ilyen objektumok például az Ia típusú szupernóvák,<sup>11</sup> amelyek megfigyelt fénygörbéjéből következtetni lehet abszolút fényességükre, majd ezt a látszó fényességgel összehasonlítva megkaphatjuk a távolságot, a kozmológiai modelltől függetlenül.

Miután kiderült, hogy ezekből a szupernóvákban szabvány gyertyák nyerhetők, nagy erővel megindult a statisztikus vizsgálatok számára elegendő számú objektum összegyűjtése.

Paál György 1992-ben bekövetkezett halála után az Ia típusú szupernóvák kapcsolatos kutatások drámai erővel felgyorsultak. Ezek ered-

<sup>9</sup> Definíció szerint  $h = H_0/100$ , ahol  $H_0$  a Hubble-állandó.

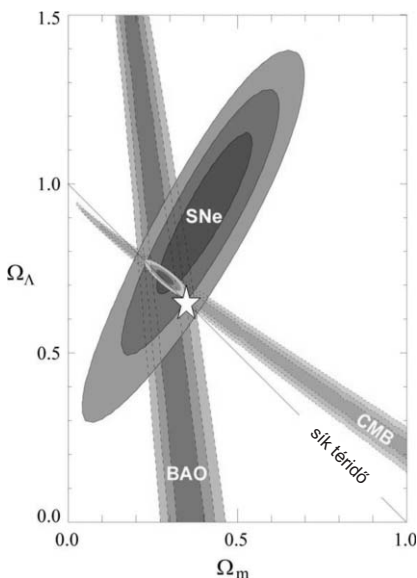
<sup>10</sup> A cefeidák segítségével eddig megmért legnagyobb távolság 10 millió parszek körül van, míg a vöröseltolódás méréseivel több milliárd parszakra levő objektumok távolságát is megbecsülhetjük.

<sup>11</sup> William Fowler (fizikai Nobel-díj, 1983) és Fred Hoyle elképzelése szerint ilyen szupernóvák egy vörös óriásból és fehér törpéből álló szoros kettős rendszerben jönnek létre. A fehér törpe fokozatosan anyagot nyer a vörös óriástól, majd egy kritikus tömeg (Chandrasekhar-tár) elérése után instabillá válik, és felrobban.

ményeként a 90-es évek végére kiderült, hogy a Világegyetem gyorsulva tágul. A felfedezésért *Saul Perlmutter*, *Adam Riess* és *Brian Smith* 2011-ben fizikai Nobel-díjat kapott.

A felfedezés egyúttal a kozmológiai állandó létének elismerését is jelentette. A ezen vizsgálatokból kapott értéke a hibahatáron belül megegyezik a Paál György és munkatársai által 1992-ben, tehát évekkel korábban megjósolt értékével (10. ábra).

A jelen sorok írója 27 éven át volt Paál György kollégája a svábhegyi csillagászati intézetben. Sokat beszélgettem vele azokról a problémákról, amelyeken éppen dolgozott. Így sok mindenről jóval az eredmények publikálása előtt az értesültem tőle. Ez a személyes kapcsolat is indított arra, hogy a magam szerény eszközeivel hozzájáruljak ahhoz, hogy Paál György a tudománytörténetben az őt megillető helyet foglalhassa el.



10. ábra. A sötét energia, illetve a sötét anyag aránya a sík, euklideszi megoldáshoz szükséges anyagsűrűséghez a szupernóvák (SNe), a kozmikus háttérsugárzás (CMB), illetve a kezdeti sűrűség-ingadozások (BAO) alapján. Aszürke területek jöhetnek szóba a mérési pontosság alapján (Kowalski et al. 2008). A fehér csillag a Paál György és munkatársai által 1992-ben kapott értéket jelöli.

## Felhasznált irodalom

- Paál, G. (1964): Some Remarks on Empirical Tests of Cosmology. *Mitteilungen der Sternwarte der ung. Akademie der Wiss.*, Budapest, No. 54
- Paál, G. (1965): On the Structure and Kinematics of the Metagalaxy. (oroszul) *Astr. Zh.* 42, 19, English edition 9, 14
- Paál, G. (1970): Red Shifts and Quasars. *Science Journal* 6, 101
- Paál, G. (1971): The Global Structure of the Universe and the Distribution of QuasiStellar Objects. *Acta Phys. Hung.* 30, 51
- Paál, G. (1971): An Angular Diameter – RedShift Relation for Rich Clusters of Galaxies. *Astrofizika* (Armenian Acad. Sci., Yerevan) 7, 435
- Paál, G. (1975): A Note on the Collective Evolution of Rich Clusters of Galaxies. *Proc. of the Third European Astronomical Meeting, Tbilisi* 474

- Paál, G. (1976): Evolutionary Approach to the Missing Mass Problem of Clusters of Galaxies. *Astr. Nachr.* 297, 311
- Paál, G. (1978): An Analogy between Simulated and Actual Clusters of Different Kinds. *Proc. IAU Symp.* 79, 197
- Lukács, B., Paál, G. (1988): Galaxy Formation from Tepid Inflation. *Astroph. & Space Sci.* 146, 347
- Paál, G., Horváth, I., Lukács, B. (1992): Inflation and Compactification from Galaxy Redshifts? *Astroph. & Space Sci.* 191, 107
- Holba, Á., Horváth, I., Lukács, B., Paál, G. (1992): Cosmological Parameters and Redshift Periodicity. *Astroph. & Space Sci.* 198, 111
- Holba, Á., Horváth, I., Lukács, B., Paál, G. (1994): Once more on Quasar Periodicities. *Astroph. & Space Sci.* 222, 65



# BESZÁMOLÓK



## MIZSER ATTILA

# A Magyar Csillagászati Egyesület 2015. évi tevékenysége

Jó, ha akad valamiféle fogódzó egy szervezet számára, amikor megtervezi éves programját. Ilyen fogódzót nyújtott számunkra az, hogy az ENSZ és az UNESCO a 2015-ös évet a fény nemzetközi évének nyilvánította. 2015-ben emlékezünk Einstein általános relativitáselméletének 100. és a kozmikus háttérsugárzás felfedezésének 50. évfordulójára is. A Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) a fény nemzetközi éve alprogramjaként meghirdette a kozmikus fény évét, amely sok elemében emlékeztetett a csillagászat nemzetközi évére (2009).

A kozmikus fény évének magyar nyelvű logója és az ez alapján készített zászló minduntalan feltűnt az év különféle rendezvényein – egyebek mellett a Tarjánban tartott Meteor 2015 Távcsöves Találkozón is. Az óbudai Polaris Csillagvizsgáló tavaszi és őszi sorozatának egyaránt Kozmikus

fény volt a sorozatcíme, összesen 25 előadást kísérhettek figyelemmel az érdeklődők.

A nemzetközi év legsikeresebb rendezvénye azonban némiképp kilógott a sorból. A március 20-i részleges napfogyatkozás régóta nem tapasztalt érdeklődést váltott ki a nagyközönségből, amit az is mutatott, hogy a napfogyatkozás-néző szemüvegek az utolsó darabig elfogytak, emiatt rendkívül keresettek lettek a biztonságos (és jóval olcsóbb) 13-as, 14-es fokozatú hegesztőüvegek. Az érdeklődés óriási volt, azonban sajnos több iskola vezetése is úgy döntött, a gyerekek



*A kozmikus fény éve zászlaja a Meteor 2016 Távcsöves Találkozón.*



*Mizser Attila és Bús Balázs leplezi a Kulin-emléktáblát január 28-án, a Polaris Csillagvizsgálóban.*

szemének épsége megőrzése érdekében semmilyen formában nem mutatják be a napfogyatkozást.

Március 20-a járdacsillagászati bemutatók szempontjából is mérföldkő, valószínűleg most fordult elő első ízben, hogy a napfogyatkozás bemutatását a Magyar Tudományos Akadémia is felkarolta. A Széchenyi téri székház előtti távcsöves bemutatón az MCSE aktivistái is részt vettek, miközben az épületben telt házas ismeretterjesztő előadások zajlottak. Becsléseink szerint mintegy 2000 fő látta a napfogyatkozást csak az MTA székházánál. Megpróbáltuk összesíteni az országszerte rendezett bemutatókat, kerekítve 100 helyszínt számoltunk össze, ahol együttesen 40 ezer fő kísérhette figyelemmel a jelenséget. Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás óta nem volt ilyen népes és ennyire sikeres csillagászati bemutató Magyarországon.

A napfogyatkozás totalitási sávja az Atlanti-óceán és a Jeges-tenger vidékén húzódott. Néhány tagtársunk a Spitzbergákról figyelte meg a jelenséget – egészen rendkívüli felvételeket készítettek a „sarkvidéki napfogyatkozásról”. Soponyai György és Csernok Gyula kiváló felvételeket készítettek a jelenségről.

A 2015-ös év egyébként a megemlékezések jegyében indult. Január 28-án avattuk a Polaris Csillagvizsgáló teraszán a Kulin György-emléktáblát.



Alapítónk születésének 110. évfordulóján az avató beszédet Bús Balázs, Óbuda-Békásmegyer polgármestere mondta, majd Kulin Ferenc irodalomtörténész emlékezett Kulin György tevékenységére. Az emléktáblát Mar-ton Géza készítette, a költségeket az MCSE számára felajánlott 1%-os adományokból fedeztük.

Március 7-én ismét egy kiemelkedő csillagászra emlékeztünk, a 2014 őszén elhunyt Ponori Thewrewk Aurélra. Nem sokkal a paloznaki búcsúztató után határoztuk el, hogy emléküléssel is tisztelgünk Ponori Thewrewk Aurél emlékének. Az MCSE és az MTA CSFK közös szervezésében az MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont Jakobinus termében gyűltek össze megemlékezés résztvevői. A rendezvényt követően átsétáltunk a Bécsi kapu tér 7. számú ház elé, ahol elhelyeztük az emlékezés virágait.

Március 14-én, tehát igen korai időpontban tartottuk 2015. évi rendes közgyűlésünket, amelynek egyik fontos feladata volt az alapszabály módosítása. Az ekkor elfogadott alapszabályt végül a Fővárosi Törvényszék megfelelőnek tartotta, ezzel egyesületünk továbbra is közhasznú fokozatú.

Április 6-án országos érdeklődést váltott ki a „húsvéti tűzgömb”, amelynek fény- és hangjelenségei sokak figyelmét felkeltették az észak-magyarországi térségben. Az esti szürkületben teljesen derült égen nagyon sokan látták a jelenséget, rengeteg bejelentést és fényképet kaptunk, utóbbiak jórészt a tűzgömb sodródó nyomáról készült mobiltelefonos felvételek voltak. Habár számos biztonsági kamera is megörökítette a robbanást, amelyek alapján pályaszámítások is készültek, de tudomásunk szerint nem sikerült a tűzgömb esetleg földre hullott darabjait fellelni.



*Az április 6-i tűzgömb sokáig megmaradó nyoma az esti szürkületben, Sajóecsegről (Tunyi László felvétele).*

Az év nagybemutatóinak sora az április 25-i csillagászat napjával folytatódott, összesen harminc különböző helyszínen hirdettek meg programokat helyi csoportjaink és partnerszervezeteink. A június 20-i Múzeumok Éjszakája és a szeptember 25-i Kutatók Éjszakája során számos helyszínen kapcsolódtunk az országosan meghirdetett programokhoz.

Szakcsoportjaink számos találkozót szerveztek 2015 során részben az észlelmunka támogatására, részben a jobb információáramlás elősegítésére. Meteorészlelőink április 18-án találkoztak a Polaris Csillagvizsgálóban, ahol a hagyományos meteorészleléseken kívül szó esett a meteoritokról is (kutatásukról, gyűjtési lehetőségeikről). Június 20-án napészlelőink találkoztak a Polarisban (sokuk az este kezdődött Múzeumok Éjszakáját is segítették munkájukkal). A debreceni Agórában a Napóra Szakcsoport szervezett találkozót szeptember 19-én (hagyományosan az őszi nap-éj egyenlőséghez közel eső szombati napon tartják ezeket a rendezvényeket). A tatai Posztoczky Károly Csillagvizsgáló október 3-án adott otthont Változócsillag Szakcsoportunknak. Örömteli, hogy a 2015-ös év során két tagtársunk is meghaladta a 100 000. fényességbecslést – Papp Sándor és Kósa-Kiss Attila több évtizedes kitartó munkájukkal érték el ezt a kimagasló eredményt.

November 13–15. között a Bajai Observatórium Alapítvánnyal közösen szerveztük a Magyar Csillagászati Egyesületek és Alapítványok III. Országos Találkozóját. Legutóbb 2010-ben volt Baján hasonló találkozó, így már nagyon aktuális volt a különféle szervezetek tevékenységét ismételtén áttekinteni. Minderre egyebek mellett a Ptk. módosítása miatt esedékes alapszabály-módosítások miatt is jó okunk volt. Kiderült, hogy néhány csillagászati szervezet inkább feladta közhasznúsági fokozatát, minthogy – jogászai segítségével – megkísérelje az új követelményeknek megfelelő alapszabály kidolgozását. Sok szervezetnek erre nem is áll rendelkezésére elegendő pénze. Az elnyerhető EU-s támogatások kapcsán úgy tapasztaltuk, hogy számos szervezet meg sem kísérli a bonyolult pályázati rendszeren keresztül ilyen források elérését, míg vannak olyanok is, amelyek eredményesen pályáznak. Azt azonban mindenki egyöntetűen megállapította, hogy indokolatlanul nagyok a működéssel kapcsolatos bürokratikus terhek.

Egyre népszerűbbek a nyári csillagásztáborok. Létszámban messze a legnagyobb nyári távcsöves találkozónk, amelyen meglepően sokan vettek részt 2015-ben. A korábbi években valamivel 300 fő fölött alakult a találkozó látogatottsága, azonban 2015-ben hirtelen felszökött 420 főre, és úgy tűnik, ez az érdeklődés tartósan bizonyul. A tábori környezetben megtartott rendezvény nyilvánvalóan sokkal kötetlenebb találkozási for-

mákat tesz lehetővé, mint egy hagyományos találkozó vagy konferencia. Előbbiből és utóbbiból is van benne bőven, ha csak az előadások számát és témáját tekintjük. A rendezvényforma fő vonzerejét nyilvánvalóan a távcsövek sokasága, az éjszakai távcsövezés, észlelés lehetősége jelenti, és az, hogy sokak számára évente ez az egyetlen lehetőség a személyes találkozásra a hasonló érdeklődésű amatőrtársakkal. A 2015-ös találkozó programját jól kiegészítette egy félnapos autóbusz-kirándulás a közeli Tatára. A vonzó kisváros napóráival, csillagvizsgálójával és nemrégiben átadott Foucault-ingájával is megismerkedhettek a táborlakók.

Ifjúsági táborunkat a Hortobágyon tartottuk, ahol ideális körülmények között ismerkedhettek a fiatalok a csillagászat gyakorlati oldalával. Megtapasztalhatták, mennyire sötét az égbolt a Hortobágyi Csillagoségbolt-parkban, és ki-ki elmélyedhetett a gazdag műszerpark által nyújtott észlelési lehetőségekben. Táborunkat igen hasznos szakmai kirándulással egészítettük ki, amikor a debreceni ATOMKI-ba és az év elején megnyílt ismeretterjesztő központba, az Agóra-ba látogattunk.

Helyi csoportjaink közül kettő rendezett nyári csillagásztábort, immár ezek is nagy múltú nyári rendezvények. A Kiskun-Neptunusz nyári tábornak a Jászszentlászlói Kézműves tanya adott otthont, míg Zalaegerszegi Csoportunk (együttműködve a Vega Csillagászati Egyesülettel, a TIT Óveges József Ismeretterjesztő Egyesülettel és az Albireo Amatőr-csillagász Klubbal) Szentkozmadombján tartotta nyári táborát.

2015-ben is folyamatosan megjelentettük *Meteor* című lapunkat. Ezúttal decemberi lapszámunk is bővebb terjedelemben jelent meg, ugyanis itt közöltük az amatőrcsillagászok körében végzett szociológiai felmérésünk eredményét. Ugyancsak igen gazdag volt nyári összevont számunk tartalma, emellett az októberi tematikus szám érdemel még említést, amelyben csillagász és csillagászkodó nők világát próbáltuk bemutatni Irántól Budapestig, kizárólag női szerzők bevonásával.



Nők a csillagászatban. Orosz Tímea, a tematikus *Meteor*-szám egyik szerzője.

Hírt adtunk az ifjúság csillagászati nevelésével kapcsolatos eseményekről (például a diákolimpikonok újabb sikereiről, a Könyves Kálmán Gimnázium tehetséggondozó munkájáról) épp úgy, mint a hazai hivatásos csillagászat eredményeiről.

A hazai asztrofotósok számára is gyakran nyújtottunk megjelenési lehetőséget. A NASA honlapján egyre gyakrabban kapnak helyet magyar fotósok, akiknek munkáit a *Meteorban* 2013-ban indított A hónap asztrofotója című rovatban mutatjuk be.

Folyóiratunkat pdf formátumban is elérhetővé tettük honlapunkon ([meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)), ahol a *Meteor* 1971-es indulásától kezdve megtalálhatók lapszámaink.

Az év végén jelent meg a *Meteor csillagászati évkönyv* 2016. évi kötete, számos előrejelzéssel, évfordulóval, terjedelmesebb cikkel és intézményi beszámolóval, 368 oldal terjedelemben.

Egyesületünk gazdálkodása stabil alapokon nyugszik. Habár 2015-ben csak az NKA-tól és az MTA-tól kaptunk támogatást, az 1%-os támogatások összege és a viszonylag jelentős taglétszám biztos gazdasági és egyesületi hátteret jelent.

## A Polaris előadás-sorozata a kozmikus fény évében

Február 3. Csillagászat amatőr szemmel. Kiállítás-megnyitó (Czinder Gábor és Bajmóczy György)

Február 10. A DSLR-kamerák egy évtizede (Éder Iván)

Február 17. Távészlelés robottávcsővel (Francsics László)

Február 24. Otthonunk a Naprendszer. De miként örököstük meg? (Molnár Péter)

Március 3. A távcső rövid története (Mizser Attila)

Március 10. Izolált kiscsoportok pszichodinamikájának tartalomelemzéses vizsgálata földi űranalóg szimulációkban (Ehmann Bea)

Március 17. Az ősrobbanás fénye – ma (Frey Sándor)

Március 24. Magyarország Foucault-ingái (Mizser Attila)

Március 31. A kozmikus fény végzete (Kolláth Zoltán)

Április 7. Megérkeztünk a Cereshez! (Tóth Imre)

Április 14. A Hubble-űrtávcső negyed százada (Szabados László)

Április 21. Napfogyatkozás a Spitzbergákon (Soponyai György)

Április 28. Légköroptikai jelenségek hazánk felett (Farkas Alexandra)

Október 6. A csillagászat tudományos, gyakorlati és világnézeti jelentősége (Balázs Béla)

Október 13. Csillagsebek Lengyelországban (Mizser Attila)

Október 20. Mesék a csillagos égbolton (Kerényi Lilla)

Október 27. Digitális égboltfelmérések – a számokká alakított fény (Kiss László)

November 3. Gravitációs hullámok: új ablak az Univerzumra (Bécsy Bence)

November 10. K2: új bevetésen a bolygóvadász (Dálya Gergely)

November 17. Az Univerzum nagy skálájú szerkezete (Galgóczi Gábor)

November 24. Az asztrofotográfia sötét oldala (Francsics László)

December 1. RR Lyrae csillagok – a galaxisok történetének mesélői (Hanyecz Ottó)

December 8. Időfolyam – a földi élet kozmikus perspektívából (Kereszturi Ákos)

December 15. 100 éve született Zerinváry Szilárd (Rezsabek Nándor)

December 22. Einstein és magyarországi követői (Gazda István)

# **SZABÓ RÓBERT – KISS L. LÁSZLÓ**

## **Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2015. évi tevékenysége**

Az MTA CSFK Csillagászati Intézete létszámát tekintve a magyar professzionális csillagászat legnagyobb intézménye. A beszámolási időszakban munkatársainak száma 75 volt, akik közül 43 dolgozott kutatói besorolásban (18 PhD/kandidátus, 10 MTA doktora és 1 akadémikus, 3 professzor emeritus/emeryta). Az intézetben a fő tevékenység, az alapkutatás mellett jelentős műszerfejlesztés is folyt. Kihasználva a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (CSFK) nyújtotta interdiszciplináris lehetőségeket, újdonságként a laboratóriumi asztrofizika is megjelent a kutatási területeink palettáján. Emellett munkatársaink a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként is tevékenykedtek, és jelentős részt vállaltunk a tudományos eredmények minél szélesebb közönséghez történő eljuttatásában. Zavartalan működésünket részben az Akadémiától kapott költségvetésből, részben saját pályázati bevételekből biztosítottuk.

### **Új tudományos eredmények**

#### **A csillagok belső szerkezete és pulzációja**

Továbbra is aktív – egyes területeken vezető – szerepet játszottunk a Kepler-űrtávcső adatainak feldolgozásában. A Kepler misszió meghosszabbítását jelentő K2 ekliptikai megfigyelési program első tesztmérése során 33 RR Lyrae csillagot figyelt meg a szonda 9 napon át. A minta mindegyik RR Lyrae altípust tartalmazta, és ezek közül most először sikerült a Keplerrel megfigyelni kétmódusú, illetve modulált első felhangú csillagokat. Mindegyik altípusban kimutattunk kis amplitúdójú további pulzációs módusokat, illetve meghatároztuk a csillagok fémtartalmát. A K2-E2 adatok megerősítették, hogy a néhány éve felfedezett rejtélyes, körülbelül 0,61 periódusarányú módus mindegyik normál első felhangú és kétmódusú csillagban jelen van.

A K2 misszió első tudományos kampánya során a Lokális Halmazba tartozó Leo IV törpegalaxis is a látómezőbe esett. A galaxisban található három ismert RR Lyrae csillag fényváltozásait mértük ki sikerrel, ezzel pedig az eddigi legtávolabbi és leghalványabb pulzáló változókat detektáltuk az űrtávcsővel. A folytonos adatsor az egyik csillagban 30 napos, egy továbbiiban pedig vélhetően hosszabb távú Blazskó-effektust fedett fel. Jelenleg ezek a legtávolabbi RR Lyrae csillagok, amelyek modulációjáról részletes adatokkal rendelkezünk. Meghatároztuk a csillagok fotometriai fémességét is, és eredményeink megerősítették, hogy a Leo IV igen fémszegény galaxis.

Az M3 gömbhalmazban szintén felhangban és több módusban pulzáló RR Lyrae csillagokat vizsgáltuk a piszkéстетői Schmidt-távcsővel gyűjtött, 200 napot lefedő  $BVI_c$  fotometriai adatsor segítségével. Az 52, egyöntetűen felhangban pulzáló változó 70%-a mutat valamilyen multi-periodicitást (Blazskó-effektust, két- vagy több módusú pulzációt vagy perióduskettőződést). A V13 jelű kétmódusú csillagban az alapmódus mellett egy további frekvenciakomponenst mutattunk ki, amely a második felhangként értelmezhető. A Blazskó-effektus, illetve az első felhanggal 0,61-es frekvenciaarányt mutató  $f_x$  komponens, (esetleg mindkettő) hét kétmódusú csillagban van jelen. A modulált kétmódusú csillagok periódusaránya eltér a szokásostól. Három Blazskó-csillag esetében a fundamentális pulzációs frekvenciának a modulációs frekvenciával, vagy annak felével való eltolódását figyeltük meg, az első felhang megjelenésével párhuzamosan.

Szintén a Kepler-űrtávcső adataira alapozva vizsgáltuk az átvonulásokra hasonlító fedéseket is mutató KIC 9533489 jelű  $\gamma$  Doradus –  $\delta$  Scuti hibrid-jelölt csillagot. Elemeztük a pulzációs frekvenciák és periódusok szabályosságait, illetve spektroszkópiai megfigyelések segítségével meghatároztuk a csillag főbb fizikai paramétereit. Modelleztük a tranzitjelenségeket is. Ennek alapján úgy tűnik, hogy többes csillagrendszerrel van dolgunk. A pulzáló objektumon kívül azonos irányban látszik egy halványabb csillag, egy (nem látható) G, vagy K színképtípusú csillag, és egy kicsi vagy halvány objektum, ami a G-K csillag körül kering. Ez utóbbi felfűvódott exobolygó vagy kis tömegű csillag lehet.

A piszkéстетői Schmidt-teleszkóppal felfedeztünk egy ritka fedési kettest, amelynek komponensei egy O színképtípusú, forró szubtörpe és egy vörös törpecsillag. Ez utóbbit erősen besugározza a forró főkomponens. A keringési periódus 4,3 óra, a fedési mélység több mint 5 magnitúdó, ez az eddig ismert legmélyebb a hasonló rendszerek közül. Kis és közepes felbontású spektrumok segítségével meghatároztuk a komponensek fizikai

paramétereit. A színképekben a H és He II forró komponenstől származó abszorpciós vonalai, valamint a besugárzott kísérőtől származó, fázisfüggő emissziós vonalak uralkodnak. A fotometriai adatokban nem látszik a főkomponens pulzációjára utaló jel, a H $\alpha$ -szűrős képek pedig nem mutatják jelét planetáris ködnek.

Nyolc nyílthalmazban vizsgáltuk a csillagok szín–forgási periódus–kor összefüggéseit fotometriai mérések alapján. Megmutattuk, hogy a fejlődési modellekből a halmazokra kapott korok szorosan korrelálnak azzal a perióduseltolódással, amelyik a halmazok szín – forgási periódus diagramjait optimális módon transzformálja egymásba. Ezzel a transzformációval szemben az általánosan használt, a kor négyzetgyökével arányos Skumanich típusú transzformáció szisztematikus eltérésekhez vezet, emiatt az abból levezetett csillagkorok is torzulnak. Az új összefüggést alkalmaztuk a galaktikus mező csillagaira publikált adatbázisokra, és azt találtuk, hogy a mezőcsillagok forgási sebessége jóval lassabban csökken, mint a hasonló korú halmazbeli csillagoké.

Megmutattuk, hogy lassúneutron-befogó folyamatokkal nem magyarázható a Magellán-felhőkben az aszimptotikus óriásági (AGB) állapot utáni fejlődési fázisban található úgynevezett poszt-AGB csillagok ólomhiányt mutató elemgyakorisága. Kidolgoztunk egy olyan magyarázatot, amelyik a lassú- és gyorsneutron-befogó folyamatok közötti neutronűrűséget tételez fel, és gyakori lehet kis tömegű, fémszegény AGB-csillagokban. A magas héliumtartalom hatását vizsgáltuk közepes tömegű AGB-csillagok fejlődése és nukleoszintézise szempontjából. Az eredmények arra utalnak, hogy a lassú neutronok befogásából keletkező kémiai elemek gyakorisága kisebb lehet a korábban gondoltnál, ami megmagyarázhatja az  $\omega$  Cen gömbhalmaz csillagainál tapasztalt anomális kémiai elemeloszlásokat.

### Aktív jelenségek csillagokon

Egy másik intenzíven kutatott téma intézetünkben a csillagok mágneses jelenségei, illetve aktivitásuk. A dinamómechanizmus tanulmányozásához a  $\sigma$  Gem jelű csillagot vizsgáltuk, ez egy hosszú periódusú, RS CVn-típusú kettős rendszer K1 óriáskomponenssel. A felszíni foltok mozgásaiából következtettünk a differenciális rotációra. Régi, újrafeldolgozott és még publikálatlan idősoros Doppler-képek felhasználásával – a korábbi eredményekkel összhangban – azt kaptuk, hogy a csillag differenciális rotációja antiszoláris jellegű, a korábbi értékeknél pedig erősebb felszíni nyírás adódott. Sikerült megerősíteni egy pólusirányú globális áram jelenlétét, amely megfelel a dinamóelmélet előrejelzéseinek. A  $\sigma$  Gem-et és



hasonló rendszereket a CHARA interferométerrel is megfigyeltük, ezáltal sikerült kimutatni az óriáskomponensek ellipszoidális torzultságát, illetve a másodkomponenseket.

A késői típusú aktív FK Comaen vizsgáltuk a fotoszféra és a kromoszféra kapcsolatát felhőmérséklet-modellezéssel, fénygörbe-inverzióval és 1997–2010 közötti  $H\alpha$ -adatok elemzésével. Az alacsony felbontású  $H\alpha$ -adatok alapján a változások főként néhány órás időskálán történnek. A nagy felbontású  $H\alpha$ -adatok alapján azt állapítottuk meg, hogy a kromoszférában gyakran találhatóak protuberanciák, amelyek több mint egy csillagsugár méretűek, és az élettartamuk több hét is lehet. Ezek egyes esetekben kapcsolatot mutattak a fotoszféra sötét foltjaival. A csillagnak egy rendkívül nyugodt állapotát figyeltük meg 2009–2010-ben, amelyet nagyon gyenge kromoszférikus aktivitás és alacsony foltkontraszt jellemzett – ez az aktivitás hosszú távú csökkenésére utalhat.

Analizáltuk körülbelül 18 ezer K és M csillag Kepler-adatait, ezek közül úgy találtuk, hogy 500-nak a forgási periódusa rövidebb mint két nap. Közülük mintegy ötven mutatott két vagy több, nem összemérhető periódust. Megvizsgáltuk azt az eljárást, amellyel meg tudtuk különböztetni a rotációs modulációt a másféle, például pulzációs eredetű vagy kettősség okozta fényváltozástól. Úgy találtuk, hogy ezek a többszörös periódusok egymástól függetlenek, és valószínűleg különböző, de fizikailag egymáshoz kötött csillagokhoz tartoznak. Az elképzelést direkt módon teszteltük a UKIRT-távcső felvételein, illetve adaptív optika felhasználásával készült képeken, valamint idősoros Fourier-analízissel és az adatok pixelszintű feldolgozásával. Az eredmények fontosak lehetnek a gyorsan forgó K- és M-törpecsillagok között előforduló kettőscsillagok felfedezésében.

### Napaktivitás

A Nap felszínén található aktív régiók tengelyének iránya eltérést mutat a heliografikus kelet–nyugat irányhoz képest, olyan dőlésszöggel, amelynek az átlagos nagysága a szélességgel nő (Joy-szabály). Az effektus vizsgálata foltcsoportok fehér fényben készült észlelésein, vagy magnetogramok alapján történik. A történeti fehér fényű Mount Wilson-i (MW) adatokból meghatározott foltcsoport-dőlésszögek kisebbek és kevésbé meredeken növekszenek a szélességgel, mint a mágneses adatokból származtatott szögek. Az effektust a debreceni fotoheliografikus adatok foltcsoport-dőlésszögeinek és a MW-magnetogramok alapján mért dőlésszögek összehasonlításával tanulmányoztuk és erősítettük meg. Különböző módszereket és szűrési feltételeket találtunk, amelyekkel javítani lehet az adatok minőségén. Megmutattuk, hogy a javított adatokkal a Joy-szabály

platót mutat az aktivitási zóna közepes szélessége körüli tartományban. Ez arra utalhat, hogy a jelenség finomszerkezetéhez egy eddig ismeretlen tényező is hozzájárulhat.

Továbbfejlesztettük a 2014-ben publikált flerelőrejelző módszert. A súlyozott horizontális mágneses gradiens módszer az egész neutrális vonal közeli környéken jelen levő napfoltokat figyelembe veszi egy aktív régióban. Az új metódus követi a közeli ellentétes polaritású napfoltok között a horizontális mágneses fluxus gradiensének időbeli fejlődését a flert megelőzően fotoszferikus szinten. A módszer ezenkívül alkalmas arra, hogy becslést adjon a várható nagyobb napkitörések intenzitására, a várható esemény idejére és arra, hogy a rá következő 18 órában várható-e még nagyobb eruptív esemény. Több más módszert is teszteltünk a NOAA 10486 aktív régió esetében, hogy megtaláljuk azokat a dinamikai és fizikai jellemzőket, amelyek alapján előre jelezhető egy napkitörés.

Elméleti úton tanulmányoztuk a szoláris atmoszférafűtés folyamatait, különös tekintettel a nanoskálán végbemenő magnetohidrodinamikai átkötődési fűtési folyamatokra és kilövellésekre. Új elméletet dolgoztunk ki a Nap belseje és légköre közötti mágneses csatolódás magneto-szeizmológiai vizsgálatára. Ez a globális szoláris oszcillációk és a mágneses struktúrák közötti kölcsönhatás tanulmányozásában is fontos lesz. Numerikusan, valamint földi és űreszközökkel is vizsgáltuk a Nap atmoszférájához kötődő energetikus folyamatokat. A lokális helioszeizmológia gyűrűdiagram módszerével vizsgáltuk a Nap felszíne alatti sekély plazmaáramlásokat. Ezek az áramlások több naprotáció során fennmaradnak. A munka során a GONG és az SDO Doppler és mágneses méréseit használtuk. A hosszú életű plazmaáramlások keresztkorrelációjával a Nap differenciális rotációját vizsgáltuk, ez jól egyezik a felszínközeli globális helioszeizmológiából kapott rotációs profillal.

### **Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája**

Az EX Lup fiatal eruptív csillag optikai színeképét tanulmányoztuk a FEROS/HARPS öt évet lefedő mérései alapján. Célunk az akkréciós szerkezetek vizsgálata és a korábban felvetett közeli kísérő hipotézis ellenőrzése volt. A színeképben sok az emissziós fémvonal, amelyek vonalprofilja egy keskeny és egy széles komponens kombinációja. Mindkét komponens periodikus változásokat mutat, ami forgási modulációval magyarázható. Megmutattuk, hogy a forgással modulált vonalprofil-torzulás magyarázatot adhat a mért radiálissebesség-változásokra, így a közeli kísérő feltételezése nem feltétlenül szükséges. Érdekes, hogy az akkréciós geometria

szinte rögzítve van a csillaghoz, és stabil a megfigyelt időszak alatt. Ha ez más fiatal csillagokban is így van, az nagyon megnehezíti kísérők keresését fiatal csillagok körül a radiális sebesség módszerével.

Az Európai Déli Observatórium legújabb nagy kontrasztú és szögfelbontású berendezése, a SPHERE tesztidőszakában vizsgáltuk a T Tauri rendszert. A cél a fiatal objektum jelenleg elérhető legnagyobb szögfelbontású felvételeinek elkészítése volt a közeli-infravörös tartományban, amellyel a komponensek időbeli fejlődését vizsgáltuk, és elvégeztük a rendszert alkotó komponensek pályaszámítását is. A korábbi ismert objektumok mellett egy új pontforrást is azonosítottunk, ami a mérések szerint szintén a rendszerhez tartozhat.

A fiatal csillagok körül létrejövő bolygókezdemények folyamatos eróziója nyomán alakulnak ki a port tartalmazó törmelékkorongok. A Herschel-űrtávcsövet használva sikerült 11 fiatal törmelékkorongot távoli-infravörös hullámhosszakon térben feloldanunk, ezáltal meghatározva méretüket. A korong mérete fontos információt hordoz annak dinamikai folyamatairól. A mérésekből négy korongnál valószínűsíthető, hogy egy óriásbolygó hatása állhat a megfigyelhető struktúra mögött. Korábbi mérésekből ismert, hogy mindegyik esetben van is a rendszerben ilyen bolygó. A felfedezés azzal kecsegtet, hogy a masszív, kiterjedt törmelékkoronggal körülvett fiatal rendszerekben adaptív optikai képalkotó rendszerekkel újabb bolygókat lehet majd kimutatni. A jelenlegi paradigma szerint a törmelékkorongok csak kevés gázt tartalmaznak, a legújabb megfigyelések azonban számos 10-40 millió éves rendszerben mutatták ki molekuláris vagy atomos gáz jelenlétét. Az APEX és az IRAM rádióteleszkópok felhasználásával 20 fényes törmelékkorongban kerestünk szén-monoxid-molekulákat. Az egyik célpontnál (HD 131835) egy új, gázt is tartalmazó törmelékkorongot találtunk. A korongot a Herschel-űrtávcsővel készült távoli-infravörös képeken sikerült részlegesen feloldani és becslést adni a méretére. A következő lépés a HD 131835 körüli gáz eredetének meghatározása lesz.

### **Exobolygórendszerek**

Összesen nyolc exobolygót tartalmazó rendszert fedeztünk fel a HATNet segítségével. A precíz utóvizsgálatok eredményeként a leszármaztatott bolygóparaméterek többségének hibája csupán 10%-os, vagy kisebb. Két rendszer a K2-misszió már megfigyelt területére esik. A HAT-P-54b egy forró jupiter, ami egy K törpe körül kering. A HAT-P-56b egy F-típusú csillag körül keringő 2,2 jupitertömegű bolygó, közel súroló tranzitokkal. A HAT-P-57b a forró A és F csillagok körül keringő kevés ismert

bolygó egyike. Doppler-tomográfia módszerével ellenőriztük a bolygó jelenlétét. Becslést adtunk a bolygópálya impulzusmomentum-vektorának és a csillag forgástengelyének irányára, a kettő eltér egymástól.

Először alkalmaztunk viszkoelasztikus árapályfűtési modellt exoholdakra, egydimenziós légköri modellel és a jégalbedő-visszacsatolás figyelembevételével. Az eredményeket összevetve a széles körben használt, rögzített Q-modellekkel arra jutottunk, hogy az új modell valószínűbben írja le az égitest árapályfűtését, mivel figyelembe veszi a viszkozitás és a nyírási modulus hőmérsékletfüggését, valamint a hold belsejében a kőzet részleges vagy teljes olvadását is leírja. A belső fázisátalakulás miatt a hőmérséklet nem szalad úgy meg, mint a rögzített Q-modellek esetén. Ez eredményezi azt, hogy az élet szempontjából kedvezőbb eredményeket kapunk: a bolygó körüli lakható zóna jelentősen szélesebb a másik modellhez képest.

Számos próbálkozás történt már exoholdak kimutatására, de az első megerősített felfedezésre még várni kell. Az eddigi tapasztalatokat azonban a jövő exobolygó-kutató misszióinak tervezésekor már figyelembe lehet venni. Az Európai Űrügynökség CHEOPS missziójának előkészítési fázisában kidolgoztunk egy mérésenkénti döntésekre épülő öntanuló eljárást, amelynek alapján meghatározható, hogy egy adott rendszerben hány mérés alapján várható a hold tényleges detektálása. Szimulált mérések alapján vizsgáltuk a hold kimutathatóságát a bolygótranzit-megfigyelésekben, különböző csillag-bolygó-hold konfigurációk esetén. Azt találtuk, hogy a kimutatási határ egy Föld méretű hold környékén van. Kedvező térbeli konfigurációk (például nagy hold és Neptunusz méretű bolygó) esetén 80%-os detektálási szint átlagosan 5-6 tranzitmegfigyeléstől várható. Kisebb holdakra a kimutatási statisztika gyorsan romlik, míg a szükséges tranzitmérések száma gyorsan nő.

### A Naprendszer égitestjei

A Rosetta-űrszonda képfelvételei alapján kimutattuk, hogy a 67P/Churyumov–Gerasimenko felszínén a gödrök aktívak, és valószínűleg a földi geológiában ismert víznyelők képződési folyamatához hasonlóan alakultak ki, ami egy felszín alatti üreg keletkezését, növekedését és a felszín közeli legfelső réteg beomlását jelenti. A gödrök azt is jellemzik, hogy a mag felszíne mennyire erodált, méretük és térbeli eloszlásuk a felszínen az üstökösmag nagymértékű inhomogenitására utal.

Vizsgáltuk a 2013 AZ60 jelű extrém kentaur alapvető tulajdonságait, beleértve a méretét, forgási tulajdonságait és fényvisszaverő képességét, földi optikai, valamint űrbeli termális infravörös mérések segítségével. Az

objektum forgási periódusa 9,4 órának adódott, átmérője 62 km, míg felszínének átlagos fényvisszaverő képessége mindössze 3%, ezzel a legsötétebb Neptunuszon túli égitest. Elnyúlt pályája, a pálya instabilitása egy igen ősi felszínű, üstökösszerű égitestre utal, ezt a felszíni és termofizikai tulajdonságok is megerősítik. Ez a transzneptun égitest azonban nem mutat üstökösszerű aktivitást.

Annak hatását vizsgáltuk a megújult Kepler-misszió (K2) 2014 februárjában rögzített kísérleti megfigyeléseit felhasználva, hogy hogyan befolyásolja a fotometriai pontosságot, ha egy aszteroida (amiből sok várható a K2 ekliptikai területein) látszólag megközelít egy célpontcsillagot. Az eredmények alapján a K2 sok célpontja esetében jelentős hatással kell számolni a kisbolygók miatt. Ugyancsak intézetünk kutatói analizálták az első olyan Neptunuszon túli kis égitestekhez kapcsolható idősorokat, amelyeket a K2-küldetés során mértek. Magát az úttörő mérési módot is a magyar kutatók javasolták a NASA-nak. Az égitestek halványasága miatt speciális adatfeldolgozási és képátlagolási eljárásokat is használtunk. Meghatároztuk a két célpont alapvető forgási paramétereit: a 2007 JJ<sub>43</sub> esetében 12,0, míg a 2002 GV<sub>31</sub> jelű égitest esetén 29,2 órás periódust kaptunk.

Porkorong nyomait kerestük a Plútó körül a Herschel-űrtávcsővel. A távoli-infravörös tartományban készült térképek alapján a Plútó rendszerében azokat a veszélyeket vizsgáltuk, amelyek a New Horizons szondát érthették az égitest mellett elhaladva. Azt találtuk, hogy a rendszerben jelen lévő, realiztikus modellek alapján becsült por mennyisége nem jelentett veszélyt az űreszközre.

### Laboratóriumi asztrofizika

Az NWA 1364 meteoritban az általánosan jellemző gyenge átalakulás ellenére igen erős mechanikai préselés hatására kialakult, egymással párhuzamosan futó repedéseket azonosítottunk. A sokkhatásra utaló nyomok kis száma alapján kevésbé érték becsapódásos hatások a testet, ez rétegtérhelésre, irányított nyomásra utal. A repedések keletkezése után két ásványkristályosodási időszak is fellépett. A meteorit a szülőégitestnek egy olyan mélyebben lévő rétegéből származhatott, ahol becsapódásos sokkhatások már alig érződtek, ugyanakkor összenyomódás és mérsékelt újrakristályosodás lépett fel. Az NWA 6604 CK4 meteoritban a kondrumok részleges lebomlásának nyomait figyeltük meg. Az átalakulások során első lépésben opak kristályosodás, ezt követően a repedésekben Ca-gazdag anyag és opak ásványok együttes kiválása következett be jelentős térfogatú olvadékképződéssel, még később csak a Ca-gazdag plagioklász

ásványok kiválása történt, az utolsó fázisban pedig újabb repedések keletkeztek olvadék kiválása nélkül. A becsapódásos sokkhatások mellett egyéb eredetű hőhatás is fellépett, egyezésben a CV-CK kondritok szülő-égitesteinek belsejét leíró modellekkel.

## Műszerfejlesztés

A modern, számítógép-vezérelt távcsövek pontos beállításának matematikáját az úgynevezett pozicionálási modellek írják le. Ezekkel adhatjuk meg azokat a transzformációkat, amelyek megmondják, hogy milyen valós égi koordináta felel meg a távcsöveget mozgató motorok tengelyének adott szögelfordulás esetén. Kutatóink újszerű megközelítést adtak ekvatoriális vagy azimutális szerelésű távcsövek esetén alkalmazható pozicionálási modellek létrehozásához. Az általuk kidolgozott eljárás egyik előnye, hogy a modell paramétereinek meghatározását egyszerű legkisebb négyzetes lineáris illesztésre vezetik vissza. Ez a paraméterezés mentes a szingularitásoktól, azaz az égi pólusok környezetében is ugyanannyira pontos, mint máshol. A munka fontos előfeltétele volt a hexapod-alapú mozgatórendszer megalkotásának, amely a Légyszem-kamerának biztosítja az égbolt látszólagos mozgásának követését, földrajzi helytől függetlenül. Az eszköz az egyetlen jelenleg működő hexapod-alapú távcsőelem, amit optikai égboltfelmérő programokban használnak, és képes ívmásodperc alatti követési pontosságra.

## Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

Továbbra is elkötelezetten folytattuk a csillagászat hazai és külföldi eredményeinek szakszerű ismertetését és széles körű terjesztését, valamint az ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket (százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk). Utóbbiakra az aktuális események, például a Kepler-űrtávcső legújabb magyar felfedezéseihez, a New Horizons űrszonda Plútó melletti elrepüléséhez, földsúroló kisbolygókhoz, vagy éppen sarki fény jelenség megjelenéséhez kapcsolódó felfokozott érdeklődés adták az alkalmat. Speciális szaktudást igénylő szakértői feladatokat is elláttunk (például bírósági ügyekben).

A tudomány és a társadalom közötti párbeszéd szellemében (1) folytattuk a csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartást a Piszkésteői Obszervatóriumban; (2) vezettük a [www.csillagaszat.hu](http://www.csillagaszat.hu) csillagászati

hiroldalt; (3) részt vettünk a hortobágyi ifjúsági csillagász tábor (2015. július 11–16.) szervezésében; (4) diákversenyt szerveztünk középiskolások számára (Határ a csillagos ég 2015); (5) lebonyolítottuk az ESA készülő CHEOPS űrtávcsővéhez kapcsolódó, gyerekeknek kiírt rajzpályázat hazai fordulóját; (6) járdacsillagászati bemutatót szerveztünk az MTA parkolójában a Magyar Tudomány Ünnepehez kapcsolódó Street Science eseményén (2015. november 20.), ahol ismeretterjesztő előadásokat és távcsöves bemutatót tartottunk összesen több ezer érdeklődőnek; (6) utazó planetáriummal vettünk részt a Természettudományi Múzeumban rendezett Földtudományi Forгатagon; (7) a csillagászat igazi ünnepévé vált 2015. március 20. az Akadémia parkolójában, ahonnét több ezer embernek mutattuk meg a részleges napfogyatkozást naptávcsövekkel, kivetítőeszközökkel, napfogyatkozás-néző szemüvegekkel. Az eseményt nagy sikerű előadások koronázták meg.

## Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

2015-ben is eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent az alábbi hazai csillagászati kutatóhelyekkel: Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma, Nyugat-Magyarországi Egyetem és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, összesen másfél tucatnyi meghirdetett előadással, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel.

Tovább folytattuk gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseinket a CoRoT, Gaia, Kepler és TESS Asztroszeizmológiai Tudományos Konzorciumok, CHEOPS, PLATO, LUNA, JINA, JUNA, Rosetta és a HATNet projektekben. 2015-ben is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre (APEX, ALMA, CFHT, IRAM, K2, ESO VLT, effelsbergi 100 m-es rádiótávcső) nemzetközi együttműködésben.

Az év során a korábbiakhoz hasonlóan több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt intézetünk kutatói: *From the Early Earth to Exoplanets* (Porto, 2015. március 22–27); *Magyar Űrkutatási Fórum konferenciája* (29. Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium, Sopron, 2015. május 7–9.); *BUKS Workshop on MHD Waves and Instabilities of the Solar Atmosphere* (Budapest, május 25–27.); *Celebrating the scientific career of Michael Ruderman* (Budapest, május 27–29.); *ST22, Asia Oceania Geosciences Society konferenciája* (Singapore, augusztus 2–7.); *IAU*

XXIX. közgyűlése, Divízió E Napok (2015. augusztus 7–10. Honolulu, USA); *Falling Walls Lab előadóiülés* (Sopron, 2015. szeptember 10.); *High angular resolution in astrophysics: optical interferometry from theory to observations*, 8. VLTi Nyári Iskola (Köln, 2015. szeptember 6–13.); *Herschel Point Source Catalogue Workshop* (Budapest, 2015. szeptember 21–23.); *High-precision studies of RR Lyrae stars: from dynamical phenomena to mapping the galactic structure konferencia* (Visegrád, 2015. október 19–22); *Missions to Habitable Worlds konferencia* (Budapest, 2015. október 28–29.); *Societal and Ethical Aspects of Astrobiology in Europe* (Budapest, 2015. október 30.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek a Bécsi Egyetemen (Ausztria), a Sheffield-i Egyetemen (Egyesült Királyság), a Cambridge-i Egyetemen (Egyesült Királyság), az Európai Déli Obszervatórium központjában (Garching, Németország), a Leibniz Asztrofizikai Intézetben (Potsdam, Németország), a Leideni Egyetemen (Hollandia), az MPI für Astronomie-ban (Heidelberg, Németország), az IAC-ben (Kanári-szigetek, Spanyolország), a Kínai Nemzeti Csillagászati Obszervatóriumban és a Shadong Egyetemen (Kína), a Varanasi Egyetemen (India), a Wesleyan Egyetemen (Egyesült Államok), a Cerro Armazones Obszervatóriumban (Chile) és a Berni Egyetemen (Svájc). Vendégkutatókat fogadtak Ausztráliából, Ausztriából, az Egyesült Államokból, az Egyesült Királyságból, Franciaországból, Indiából, Németországból, Olaszországból, Svájcban és Spanyolországból.

2015-ben a következő jelentősebb új pályázati projektek indultak el: *Dinamikai folyamatok vizsgálata űrtávcsövekkel pulzáló változócsillagokban* NKFIH K-115709 Szabó Róbert vezetésével; *Oszták–magyar kétoldalú együttműködés pályázat* Regály Zsolt vezetésével, *K-TÉT\_14\_FR-1-2015-0140441 magyar–francia Tét-együttműködés* (Szabó M. Gyula és Dobos Vera részvételével), *Study of The Small Celestial Bodies in the Solar System, Magyar–román kétoldalú mobilitási pályázat* (Verebélyi Erika). Molnár László 2015-ben nyerte el az NKFIH posztdoktori pályázatát *Úrfotometriai alkalmazások a K2 misszióban* témában. A nemzetközi projektek közül kiemelendő a 2015-ben elnyert *Small Bodies Near and Far* H2020 Space Competitiveness pályázat, amelynek koordinátora Kiss Csaba. Az intézetben egy beépült és három aktív Lendület-pályázatunk volt a beszámolási időszakban.



# PETROVAY KRISTÓF

## Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2015-ben

### Személyi állomány

A beszámolási időszakban jelentős személyi változások történtek. Sokévi szünet után 2015-ben ismét csatlakozott a tanszék gárdájához Sándor Zsolt; ugyanakkor Érdi Bálint 70. életévét betöltvén nyugdíjba vonult, azonban emeritus professzorként tovább folytatja tanszéki kutatómunkáját.

A tanszék személyi állománya 2015 őszén a következő volt: Petrovay Kristóf tanszékvezető egyetemi tanár, Balázs Béla emeritus professzor, Érdi Bálint emeritus professzor, Balázs Lajos egyetemi magántanár, Forgácsné Dajka Emese adjunktus, Sándor Zsolt adjunktus, Süli Áron adjunktus, Tóth L. Viktor adjunktus.

*Vendégkutatók:* Belucz Bernadett, Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert, Marschalkó Gábor, Pál András.

*Doktoranduszok:* Cseh Borbála, Czirják Zalán, Hajdu Tamás, Karsai Szilvia, Nagy Melinda, Pintér Sándor, Sztakovics János, Tarczay-Nehéz Dóra.

*Óraadók, külső előadók:* Ábrahám Péter, Bartha Lajos, Borkovits Tamás, Frey Sándor, Gabányi Krisztina, Illés Erzsébet, Kálmán Béla, Kiss László, Kóspál Ágnes, Kővári Zsolt, Szabó Róbert, Szegő Károly.

Az égi mechanika, elsősorban a háromtest-probléma területén végzett úttörő jellegű kutatási eredményei, valamint több évtizedes oktatói és szakértői tevékenysége elismeréseként Érdi Bálint 2015. március 15-én a Magyar Érdemrend Tisztikeresztje kitüntetésben részesült.

Korábbi doktoranduszaink közül Plachy Emese és Pintérné Rajnai Renáta 2015-ben megvédte PhD értekezését.

### Oktatás és ismeretterjesztés

A csillagász mesterszakon és az alapszakok csillagászat szakirányain zökkenőmentesen tovább folyt a bolognai rendszer szerinti oktatás. Planetáriumi műszerünket továbbra is intenzíven használjuk mind az oktatás,

mind a tudományos ismeretterjesztés területén. Belucz Bernadett, Cseh Borbála és Nagy Melinda az év során összesen 36 planetáriumi bemutatót tartott iskolai osztályok, szakkörök, ELTE-dolgozók, illetve szakmai érdeklődők részére.

A 2015 áprilisában Kolozsváron megrendezett XXXI. OTDK konferencia Égi mechanika és csillagászat szekciójában hallgatóink közül Zsámberger Noémi dolgozata (tv. Érdi Bálint) I. díjat, Pintér Sándor és Bögner Rebeka dolgozata (tv. Tóth L. Viktor) II. díjat és a legjobb előadás díját, Hajdu Tamás és Németh András dolgozata (tv. Borkovits Tamás és Forgácsné Dajka Emese) III. díjat, Kővári Emese dolgozata (tv. Érdi Bálint) pedig különdíjat kapott. Az Asztrofizika szekcióban Dálya Gergely fizikus mesterszakos hallgató dolgozata (tv. Szabó Róbert) II. díjat, Bécsy Bence (tv. Raffai Péter) és Karsai Szilvia (tv. Barnaföldi Gergely, Forgácsné Dajka Emese) dolgozatai pedig különdíjat kaptak. A konferencián hallgatóink közül még Dencs Zoltán, Forró Adrienn, Tar Ingrid és Csorba Dániel, valamint Teravágimov Róbert is bemutatták diákköri dolgozatukat.

A 2015. decemberi kari diákköri konferencia csillagászati szekciójában Zsidi Gabriella (tv. Forgácsné Dajka E.) dolgozata I. díjban, Hanyecz Ottó (tv. Szabó R.) dolgozata II. díjban, Perger Krisztina (tv. Frey S.) dolgozata pedig III. díjban részesült. A konferencián előadtak még: Bögner Rebeka, Gerják Tímea, Pál Bernadett, Skobrák Tibor, Tar Ingrid, Vörös Ádám.

2015-ben az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Hajdu Tamás, Karsai Szilvia, Kiss Tamás Sándor, Pintér Sándor.

Esko Valtaoja finn úrfizikus *Mindentudó kézikönyv* című népszerű tudományos könyvének magyar kiadása megjelenése alkalmából előadást tartott az ELTE-n 2015 novemberében. A rendezvény egyik házigazdája tanszékünk volt.

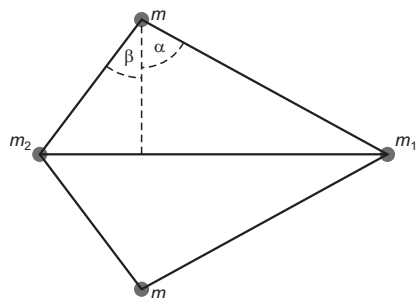
A 2015. március 20-i napfogyatkozás megtekintésére a légymányosi campuson több műszerrel kivonulva bemutatót tartottunk az egyetemi polgárok és más érdeklődők részére. A szeptemberben és februárban megrendezett nyílt napokon ugyancsak távcsöves bemutatóval, illetve planetáriumi műsorokkal működtünk közre.

## Kutatás

2015-ben tanszékünk munkatársainak tudományos folyóiratban 12 bírált cikke, 6 további tudományos közleménye, valamint 1 könyve jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható.

## Égi mechanika és bolygórendszerek

Megoldottuk a négytest-probléma centrális konfigurációinak problémáját abban az esetben, amikor a négy test egy deltoid csúsaiban foglal helyet (sárkány-konfiguráció).



A négytest-probléma sárkány-konfigurációs megoldásainak egyik esete.

Centrális konfiguráció esetén az egyes testekre ható eredő erő a rendszer tömegközéppontján megy át, és a testek Kepler-mozgást végeznek. Egyszerű analitikus összefüggéseket adtunk a testek tömegére és koordinátaíra, melyek esetén centrális konfiguráció valósul meg. Az  $n$ -test-problémára  $n \geq 3$  esetén a Lagrange-megoldások után ezek az első egzakt analitikus megoldások. Ténylegesen a sárkány-konfigurációk a Lagrange-megoldá-

sokra épülnek, ha valamelyik tömeg nullához tart, a sárkány-konfiguráció Lagrange-megoldásba megy át. (Érdi B., Czirják Z.)

Tanulmányoztuk Föld típusú bolygók kialakulásának feltételeit ket-  
tős csillagrendszerek egyik komponense körül. A kutatás során arra a kérdésre kerestük a választ, hogyan befolyásolja a Föld típusú bolygók kialakulását egy távolabbi csillagkísérő. Nagyszámú numerikus szimuláció eredményeképpen azt találtuk, hogy a Föld típusú bolygók kialakulására jelentős hatással van, hogy található-e a rendszerben egy már kialakult óriásbolygó. Ha igen, akkor a rendszer paramétereitől függően a bolygókezdemények ezen óriásbolygóval szekuláris rezonanciába kerülhetnek. Ha a szekuláris rezonancia az óriásbolygó által okozott középmozgás-rezonanciákkal behálózott tartományban alakul ki, akkor az itt található bolygókezdemények pályái gyorsan kaotikussá válnak, és elszöknek a Föld típusú bolygók keletkezésének tartományából. Föld típusú bolygók kialakulása csak ott lehetséges, ahol a szekuláris rezonanciák nem hatnak kölcsön az óriásbolygó középmozgás-rezonanciáival. (Sándor Zs. és mások)

Modelleztük a por kiürülésének folyamatát a protoplanetáris korongok akkréciósan inaktív tartományából. Az ALMA rádiótvácső-rendszer segítségével a közelmúltban felfedezett átmeneti protoplanetáris korongok legfőbb jellemzői: a por szubmilliméteres emissziójában kirajzolódó banán alakú azimutális struktúrák léte, valamint a milliméter méretű por hiánya a korongok belső tartományában. Korábbi numerikus hidrodinamikai

vizsgálataink során már megmutattuk, hogy egy protoplanetáris korong akkréciós inaktív tartományának külső határán egy sűrűség-, valamint egy neki megfelelő nyomási maximum alakul ki, amely a Rossby-instabilitás miatt egy nagy skálájú örvényt kelt. Lyra és társai (2015) numerikus magnetohidrodinamikai szimulációi is megerősítették ezen örvények kialakulását. Jelen kutatásunkban a kinematikai viszkozitás Lyra és társai által kapott értékeit is felhasználva vizsgáltuk a korong időbeli fejlődését, valamint a por viselkedését. Eredményeink szerint a nyomási maximum kialakulása megakadályozza a por beáramlását, továbbá a gyorsan növekedő porszemcsék rövid idő alatt kiürülnek a belső korongból. A numerikus szimulációk nyomán kapott korongstruktúrák összhangban vannak a megfigyelésekkel, így az általunk vizsgált mechanizmus reális alternatívát nyújt az átmeneti korongok kialakulására. (Sándor Zs. és mások)

Tanulmányoztuk protobolygók ütközéseit az általunk fejlesztett akkréciós szimulációban. A bolygókeletkezés elméletében alapvető szerepet játszik a protobolygók ütközése a Föld típusú bolygók, illetve a gázóriások magjának kialakulásában. Az eddigi vizsgálatok döntő többségében minden ütközést tökéletesen rugalmatlannak tételeztek fel, és a két test az ütközést követően egy testként jelent meg az  $n$ -test-szimulációkban. Annak tisztázásához, hogy a tökéletesen rugalmatlan ütközés mennyire elfogadható feltételezés, számos szimulációt végeztünk. Ezeket a numerikus szimulációkat a Csillagászati Tanszéken kifejlesztett kóddal, párhuzamos számításokra alkalmas architektúrájú GPU kártyákon futtattuk. Az eredmények feldolgozása jelenleg is tart, de az már világosan látszik, hogy a néhány 100 km átmérőjű (a Cereshez hasonló méretű vagy annál nagyobb) protobolygó ütközése során felszabaduló fajlagos energia minden esetben meghaladja a gravitációsan kötött testek szétszórásához szükséges határt. Ennek jelentős következményei lesznek a bolygók kialakulását tárgyaló elméletre és modellekre: választ kell adni arra a kérdésre, hogyan állnak össze valójában a bolygók. Az ütközések folyamatának egy részletesebb modelljére van szükség, és ennek konzekvens alkalmazása fontos lenne az általános bolygókeletkezést vizsgáló szimulációkban. (Süli Á.)

### Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

A legújabb helioszeizmikus vizsgálatok arra utalnak, hogy a Nap konvektív zónájában zajló meridionális cirkuláció szerkezete több cellás. Fluxustranszport-dinamó modellünkben ezért megvizsgáltuk a több cellás cirkulációs szerkezet hatását advekcio- és diffúzió-dominált esetben is. Azt találtuk, hogy egy gyenge fordított cella jelenléte a magas szélessége-

ken lerövidíti a ciklushosszt, és kissé felerősíti a pillangó-diagram poláris ágát; két egymás fölötti cella jelenléte viszont antiszoláris jellegű pillangó-diagramhoz vezet. A konvektív zóna közepén felvett pillangó-diagram ugyanakkor szoláris jellegű marad. Fenti eredmények a mágneses diffúzió-viták értékétől függetlenül érvényesek. A szélesség szerint négy cellára osztott cirkuláción alapuló dinamó viselkedése ugyanakkor határozottan eltér a különböző paramétertartományokban. A diffúzió-dominált esetben ekkor szoláris pillangó-diagramot találunk rövid ciklushosszal, míg az advekcio-dominált esetben a pillangó-diagram komplex szerkezetű. Szélesség és mélység szerint egyaránt 2-2 (azaz összesen négy) cellára osztott cirkuláció esetén pedig a zóna alján kellően magas (a felszínihez hasonló) áramlási sebességnél a megoldás hamar kvadrupoláris paritásúvá válik. (Belucz B., Forgács-Dajka E. és mások)

A változó szoláris besugárzás hatását is figyelembe véve lineáris multi-regressziós analízisnek vetettük alá az 1950–2011-re vonatkozó földi globális és óceánfelszíni hőmérséklet-anomáliák idősorát. A független változók között szerepeltettünk különböző óceáni térségre meghatározott multidekadális oszcillációs indexeket is, melyeket az Atlanti Multidekadális Oszcilláció (AMO) indexéhez hasonló módon definiáltunk. Azt a váratlan felfedezést tettük, hogy a Csendes-óceán nyugati és északnyugati térségére kapott indexben is erős, az AMO-hoz hasonló multidekadális oszcilláció mutatkozik. Az eredmények arra utalnak, hogy a természetes klímaváltozásban két fő belső eredetű változás dominál: az AMO és az ENSO (El Niño Déli Oszcilláció), melyek amplitúdóinak földrajzi eloszlásában markáns dichotómia mutatkozik. Tekintve, hogy az AMO-index maga is a felszíni hőmérsékletadatokon alapszik, eredményünk, miszerint az AMO-oszcilláció a világóceán felszínének jelentékeny hányadán jelen van, kétségeket ébreszt annak magyarázó tényezőként való bevonhatósága iránt a globális felszíni hőmérséklet-változás lineáris regressziós elemzéseiben. (Nagy M., Petrovay K. és mások).

### Csillagközi anyag, csillagképződés

Folytattuk a Planck hideg felhőmagok (PGCC-k) vizsgálatát. Nemzetközi csoportunkkal a PGCC-k csillagkeletkezési aktivitását és portartal-muk tulajdonságait írtuk le. Effelsbergi mérésorozatunk további PGCC-k 1,3 cm-es spektroszkópiai megfigyelésével egészült ki.

Két új konzorcium alapító tagjaiként észleléseket kezdtünk a University of Arizona SMT és az East Asian Observatory által működtetett JCMT rádiótvárcsővekkel. Bekapcsolódtunk a Herschel SPIRE pontforrás-katalógus készítésébe, a projektet az IPAC Caltech koordinálja.

A HEART csoport (vezető: Balázs Lajos) extragalaktikus nagyenergiás asztrofizikai kutatásaihoz hozzájárulva részesei lettünk az Univerzum eddigi legnagyobb struktúrája, egy 1,2 milliárd fényév átmérőjű óriási GRB-gyűrű felfedezésének. A GRB-ket befoglaló, csillagkeletkezésben aktív galaxisok vizsgálatába japán és ausztrál kutatókat vontunk be, és közös méréseket végeztünk az ATCA interferométerrel. A csoport tagjai: Tóth L. V., Fehér O., Pintér S.; részt vevő hallgatók: Berczik P., Bögnér R.

## Tudományos közélet

Erdélyi Róbert és Belucz Bernadett szervezésében 2015 májusában *MHD Waves and Instabilities in the Solar Atmosphere* címmel tudományos workshopot láttunk vendégül egyetemünkön. A konferencia a témában működő BUKS (Belgium–UK–Spain) együttműködés rendszeres gyűléseinek sorába illeszkedett, így a mintegy 50 résztvevő többsége az említett országokból került ki, de érkezettek résztvevők tengerentúlról is.

Összesen 13 poszterrel vettünk részt a Nemzetközi Csillagászati Unió 29. közgyűlésének különböző tudományos rendezvényein Hawaii-n, ahol Tóth L. Viktor Magyarország delegált képviselője is volt. Munkatársaink több nemzetközi konferencián szerepeltek előadással, Tóth L. Viktor Toulouse-ban áttekintő előadást tartott, továbbá ismertette a Csillagközi anyag csoport eredményeit a Caltech-en és a University of Arizona Csillagászati Tanszékén, amelyek nyomán új közös kutatások indultak.

2015 őszén Sándor Zsolt vendégprofesszori meghívást kapott Argentínába, a La Plata-i Egyetem Geofizikai és Csillagászati Intézetébe, ahol *Formation of Planets and Planetary Systems* címmel előadás-sorozatot tartott. A látogatás eredményeképpen több, a bolygókeletkezéssel kapcsolatos témában indult kutatási együttműködés az argentin kollégákkal.

Tóth L. Viktor kezdeményezésére az ELTE együttműködési keretmegállapodást kötött a University of New South Wales ausztrál egyetemmel.

# **SZATMÁRY KÁROLY – HEGEDÜS TIBOR**

## **Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2015-ben**

A Szegedi Tudományegyetemen a 2015. év csillagászati vonatkozásban egyik legfontosabb eseménye az volt, hogy a korábban megyei önkormányzati majd minisztériumi fenntartású Bajai Csillagvizsgáló Intézet az év elejétől egyetemünkhöz tartozik (hivatalosan SZTE Bajai Obszervatóriuma, közvetlen rektori irányítás alatt). Személyzete 7 fő: dr. Hegedüs Tibor tudományos főmunkatárs, mb. igazgató, dr. Bíró Imre Barna tudományos főmunkatárs, dr. Borkovits Tamás tudományos főmunkatárs, dr. Marschalkó Gábor tudományos munkatárs (OTKA alkalmazásban), Jäger Zoltán tudományos munkatárs, Ruzsics Krisztina könyvtáros, Markó Mihály karbantartó.

Az egyetem Fizikai Intézete csillagász és gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly egyetemi tanár, dr. Gergely Árpád László egyetemi tanár, dr. Vinkó József egyetemi docens, dr. Székely Péter egyetemi adjunktus, dr. Keresztes Zoltán egyetemi adjunktus, dr. Szalai Tamás tudományos munkatárs. Továbbá Kun Emma, Nagy Andreea, Tápai Márton predoktori ösztöndíjasok, Ordasi András, Barna Barnabás, Bódi Attila, Mitnyan Tibor PhD-ösztöndíjasok.

### **Tudományos eredmények**

#### **Változócsillagok**

Bódi Attila doktoranduszunk poszterrel részt vett Dániában a KASC8/TASC1 konferencián. M színképtípusú vörös óriáscsillagok Nap típusú rezgéseiből nagy pontossággal meghatározott paramétereit hasonlította össze egyéb, fotometriai és spektroszkópiai úton meghatározottakkal.

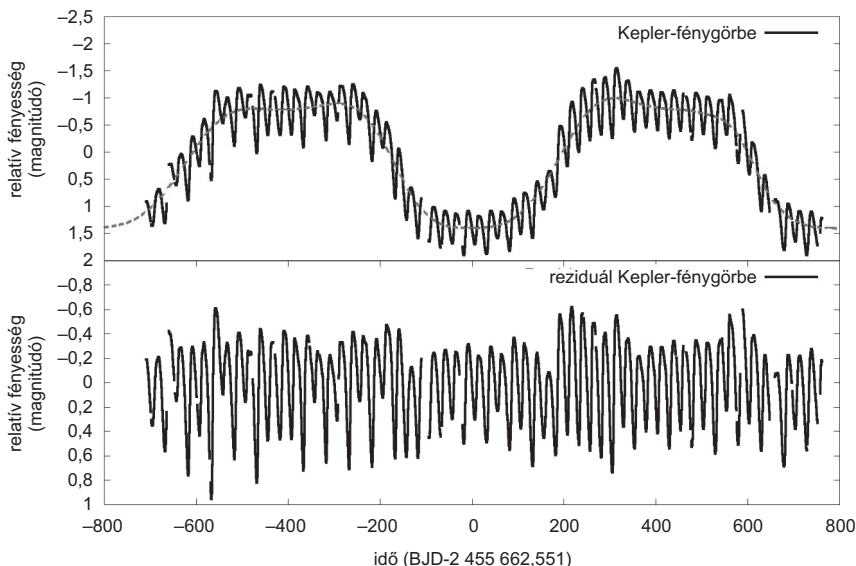
A VW Cep W Uma típusú fedési változó O-C diagramjának alakját eddig a szoros kettős keringési periódusának csökkenésével és egy harmadik test által okozott fény-idő effektussal magyarázták. A minimum-

időpontok változásának fizikai okára további magyarázatokat kerestünk. A szoros kettős mágneses terének periodikus változása miatti alaktorzulásból származó fényességváltozás (Applegate-mechanizmus) és egy negyedik, eddig nem detektált nagy tömegű komponens jelenlétéből származó fény-idő effektus lehetőségét is felvetettük.

Az eredeti Kepler-mezőben egyetlen RV Tauri típusú változó található, amelyről közel 1500 nap hosszú fotometriai adatsor született. A DF Cygni 779,6 napos periódussal változó átlagfényessége mellett 24,9 napos periódussal a típusra jellemző, fedésekre emlékeztető alternáló minimumokat mutat. Ezen cefeidaszerű fényességváltozás amplitúdója az átlagfényesség minimumában csökken (1. ábra). A fénygörbében megfigyelhető néhány tíz millimagnitúdós változásra eddig nem sikerült fizikai magyarázatot találni (Bódi, Szatmáry).

Folytattuk a nemzetközi DWARF projektben fedési kettősök fotometriai mérését abból a célból, hogy a minimumidőpontok változásából esetleges bolygók hatását mutassuk ki (Székely).

A szoros hierarchikus hármas csillagrendszerekben keringő excentrikus fedési kettőscsillagok fényességminimuma időpontjának változásaira korábban kidolgozott analitikus modellünket jelentősen továbbfejlesztet-



1. ábra. A DF Cygni fényességváltozása: eredeti (fent) és a hosszú periódus levonása után (lent).

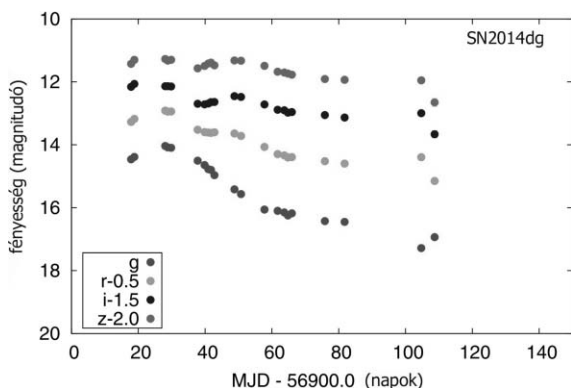


tük, és a modell alkalmazásával elvégeztük 26, a Kepler-űrtávcső által felfedezett excentrikus fedési kettős O-C görbéjének analízisét. Megmutattuk, hogy a fedési minimumok időpontváltozásai minden esetben harmadik csillag gravitációs perturbáló hatásának következményei, s modellünk alkalmazásával elsőként voltunk képesek meghatározni hármas csillagrendszerek teljes térbeli elrendeződését és az egyes komponensek dinamikai tömegét. E vizsgálatok folytatásaként elvégeztük a Kepler-űrtávcső eredeti látómezejében megfigyelt több mint két és fél ezer fedési kettős O-C-jének vizsgálatát, és csaknem 230 olyan rendszert találtunk, ahol a fedési minimum időpontváltozásai távolabbi, harmadik komponens jelenlétére utalnak. Az így azonosított hármas rendszerek közül három esetben a távolabbi kísérő valószínűleg nem csillag, hanem bolygó. Egy esetben pedig a további, általunk szervezett nemzetközi spektroszkópai észlelési kampány megállapította, hogy négyes csillagrendszert találtunk. Eredményeinket több szakcikkben, illetve a KASC8/TASC1 konferencián ismertettük (Borkovits, Bíró). A téma kutatása az OTKA K 113117 (Borkovits) pályázati támogatása keretében folyt.

### Szupernóvák

Tovább folytattuk a fényes, közeli szupernóvák kutatására irányuló programunkat, szoros együttműködésben a Texasi Egyetem Csillagászat Tanszékevel, az MTA CSFK Csillagászati Intézetével és a Bajai Observatóriummal. Véglegesítettük az SN 2011ay, egy különleges, Iax típusú szupernóva spektroszkópai és fotometriai adatainak modellezését. Megállapítottuk, hogy ez a szupernóva alacsonyabb hőmérsékletű volt, mint a normál Ia típusúak, emiatt a színekben már korai fázisban megjelentek az egyszerűen ionizált vastól származó, erősen kiszélesedett vonalak. A fénygörbe alapján megmutattuk, hogy a robbanás során kidobódott tömeg mindössze 0,8 naptömeg volt, ami jóval az Ia típusú szupernóváknál szokásos Chandrasekhar-tömeghez (1,44 naptömeg) közeli érték alatt marad (Szalai).

Korábbi spektroszkópai adataink felhasználásával elkészítettük a SN 2010kg Ia típusú szupernóva maximumfényesség előtti spektrális fejlődésének modelljét. Eredményeink szerint a maximális fényesség előtti színképekben többféle ion is a fotoszféra fölötti térrészben hoz létre spektrumvonalat. Ezek egy része a jól ismert „nagy sebességű vonalak”, vagyis az ionizált kalcium és szilícium vonalai, de hasonló vonalkeletkezést tapasztaltunk az oxigén, magnézium és vas esetében is. Egy korábban kevésbé ismert vonalat is sikerült azonosítanunk, ami nagy valószínűséggel egyszerűen ionizált oxigéntől származik. Ha sikerül megerősíteni, ez



2. ábra. Az SN 2014dg szupernóva bajai fotometriája g, r, i, z színszűrőkkel.

lehet az ionizált oxigén jelenlétének első detektálása egy Ia típusú szupernóva optikai spektrumában (Barna).

Barna Barnabás poszterrel vett részt a „F.O.E. Fifty-one Erg” (Raleigh, NC) nemzetközi konferencián. Kutatómunkánkat az OTKA NN 107637 (Vinkó) és PD 112325 (Szalai) pályázatok támogatták.

### Fekete lyukak, kompakt kettősök

Kun Emma predoktori ösztöndíjas másfél hónapot töltött a bonni Max Planck Institute für Radioastronomie intézetben, a Balassi Intézet Campus Hungary ösztöndíjasaként. A látogatás folyamányaként megjelent publikációban a PG1302-102 nevű kvazár részecskenyalábjá rádió-interferometriai adatainak feldolgozásával és elemzésével tovább erősítették a fizikai képet, miszerint a nyaláb alapjánál szupernagy tömegű fekete lyukak kettőse található.

Fekete lyukakból és/vagy neutroncsillagokból álló kettős rendszerek dinamikáját tanulmányoztuk figyelembe véve a testek saját perdületét és lapultságát. Olyan nem kötött mozgást találtunk, amelynek során a redukált tömegű test oszkuláló pályaelemei úgy változnak, hogy a pálya a pericentrum közelében „newtoni értelemben” elliptikusnak tűnik (kaméleon pálya). A gravitációs és kozmológiai kutatásokat a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosítójú „Nemzeti Kiválóság Program” és az OTKA PD 100216 pályázatok támogatták. (Gergely, Keresztes)

Két posztert mutattunk be a LIGO tudományos kollaboráció Budapesten rendezett konferenciáján. Az egyiken a kettősök dinamikájának radiális periódusra történő átlagolását mutattuk be. A másik poszteren a

forgó feketelyuk-kettősök esetén fellépő precesszió hatására modulált, különböző módszerekkel numerikusan generált hullámformák közötti különbségek feltárásával kapcsolatos munkánkat ismertettük.

A LIGO tudományos együttműködés tagjaiként Gergely Árpád László és Tápai Márton részt vettek a 2015. szeptember 14-én és december 26-án detektált gravitációs hullámok kiértékelésében.

### **Anizotrop kozmológiák**

Kidolgoztunk egy matematikai formalizmust a Kantowski–Sachs-kozmológiai téridők perturbációinak vizsgálatára. Általános perturbációk esetén (skalár, vektor, tenzor) a magas frekvenciájúakat tárgyaltuk részletesen. Azt találtuk, hogy a magas frekvenciájú (geometriai optikai) közelítésben első rendben a Weyl-tenzor 2-dimenziós vetületét jellemző páros és páratlan tenzori perturbációk fénysebességgel, gravitációs hullámként terjednek. A nyírás- és anyagsűrűség-perturbációkat jellemző módusokra szintén hullámszerű egyenleteket kaptunk. E módusok ugyanakkora hangsebességgel, de a nyírás- és sűrűségperturbációk egymáshoz képest  $\pi/2$  fáziseltolódással terjednek. A közelítés másodrendjében a nyírási és sűrűségperturbációs módusok csillapított kényszerrezgéseknek tesznek eleget. A Weyl-tenzor módusaira pedig a csillapított oszcillátor egyenletei vonatkoznak. A csillapítási tényező irányfüggő, és ilyen diszperziós relációk létezésére utal (Keresztes, Gergely).

### **A sötét anyag és sötét energia modelljei**

Egy harmonikus függvényeket tartalmazó potenciálú tachionikus sötét energia modell esetén tanulmányoztuk az Univerzum evolúcióját, megvizsgáltuk a luminozitás-vöröseltolódás reláció Ia szupernóvák megfigyeléseivel való konzisztenciáját (Horváth, Keresztes, Kamenishchik, Gergely).

Tanulmányoztunk a sötét energia szupravezetéssel analóg tulajdonságokat mutató modelljét. A sötét energia alapállapota egy Bose–Einstein típusú kondenzátum, amelyben az  $U(1)$  szimmetria spontán sérül. Más szóval a sötét energia egy tömeges vektormezőként jelenik meg, amely egy tömeg nélküli vektor és egy skalármező szuperpozíciójaként áll elő. A skalármező a Goldstone-bozonnak felel meg. A modell jóslatainak összevetése az Ia típusú szupernóvákra és a Hubble-paraméterre vonatkozó adatokkal azt mutatta, hogy a modell sötét anyag nélkül is jól illeszkedik a megfigyelésekhez. Továbbá azt találtuk, hogy a megfigyelési adatok preferálják a barionos anyag lecsatlakódását a sötét energia vektor és skalár szektorairól (Keresztes, Gergely).

### Egyéb témák

Elsőként vizsgáltuk meg a hazánk mai területén valaha megtalált legnagyobb meteoritot, a csátaljai mintát. Az eredetileg körülbelül 16 kg-os darab 2012 augusztusában került elő szántás során. Az osztályba sorolása H4-5 S2 W1. A Pécsi Tudományegyetemmel közösen elvégzett első vizsgálatainak (LIBS, EBSD, mikro-Raman) eredményeit publikáltuk, de ez az érdekes meteorit azóta további, egyre szélesebb körű kutatás tárgya. Több alkalommal, módszeresen kerestük a valamikor hullás feltételezhető további darabjait (Hegedüs, az ELTE geofizikusaival közösen).

Az MTA CSFK együttműködésében Bajáról is bekapcsolódtunk geofizikai kutatásokba, a vörös lidércek (sprite-ok és valamennyi kapcsolódó jelenség) folyamatos videomegfigyelésével és a (soproni vagy más állomással) szimultán rögzített események matematikai feldolgozásával. 3D rekonstrukciót készítve alkalom nyílik a hagyományos villámtevékenységgel való korrelációjuk vizsgálatára is. 2015 zivatarszezonja során 13 éjszakán 83 lidércet sikerült kimérhetően rögzíteni. További távlatokat és K+F innovációs kapcsolódást jelenthet a ballonkísérleti projekt. 2015-ben 2 felbocsátás volt, amelyek során meteorológiai és mikroakcelerométeres méréseket végeztünk. A témában többoldalú nemzetközi együttműködés indult a Szlovák Űrkutatási Szövetséggel, a romániai Sapientia Egyetemmel és a Pécsi Tudományegyetemmel.

## Oktatás, ismeretterjesztés

A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász szakirányon tanítunk csillagászatot. A 2 éves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktattunk. A fizikatanároknak „Fizika a társtudományokban” és „Válogatott fejezetek a modern fizikából 1.” kurzusokon is tanítunk csillagászatot.

2015-ben 3 BSc szakdolgozat, illetve 1 MSc diplomamunka született csillagászati témakörben. 2015-ben Barna Barnabás I. díjat kapott a XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencián. 2015-ben fizikus (asztrofizika modulokkal) oklevelet szerzett Mitnyan Tibor, aki felvételt nyert a Fizika Doktori Iskolába.

A bajai és a szegedi csillagászok (az MCSE-vel és az ELTE GAO-val közösen) immár hetedszer együtt rendeztek középiskolások számára országos csillagászati diákvetélkedőt, amely egyben a Nemzetközi Csillagászati Diákolimpia magyar csapatának válogatója is volt. Baján ősszel

kéthetenkénti regionális olimpiai felkészítő szakkör indult, amelyre helybelieken kívül pécsi, szekszárdi és paksi diákok is jártak.

A Szegedi Csillagvizsgáló honlapján újabb oktatási segédanyagokat helyeztünk el (<http://astro.u-szeged.hu>), bemutatóhelyeink programjai és hírei pedig már a közösségi médiában is elérhetők (<https://www.facebook.com/CsillagvizsgaloBaja>, illetve <https://www.facebook.com/csillagvizsgaloszeged>).

A péntek esti bemutatásaink során Szegeden 2015-ben körülbelül 5000 látogatónk volt. A csillagászat napján, a kutatók éjszakáján, valamint a március 20-i részleges napfogyatkozás alkalmával különösen sokan nézhettek az égre távcsöveinkkel Baján is és Szegeden is.

**SZABÓ M. GYULA**

## **Beszámoló az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium Multidiszciplináris Kutatóközpont 2015. évi tevékenységéről**

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium Multidiszciplináris Kutatóközpont 2015-ben is sikeresen folytatta oktatási, kutatási és közművelődési tevékenységét. Az előre megfogalmazott éves működési feladatokat maradéktalanul teljesítettük, nem egy esetben a vállalt feladatoknál többet sikerült megvalósítanunk. A személyi állomány megegyezett az előző évivel.

### **Tudományos és oktatási tevékenység**

Munkatársaink transznacionális nagyprojektekben játszanak meghatározó szerepet. Ennek megfelelően az év során számos külföldi kutató látogatott Szombathelyre, és volt a Gothard Obszervatórium vendége (Earle R. Williams, Katia Cunha, Verne Smith, Milcho Tsvetkov, Katia Tsvetkova).

Szabó M. Gyula a CHEOPS (Characterising Exoplanet Satellite) exobolygó-kutató űrobszervatórium Science Team tagja. Ehhez kapcsolódóan mi rendeztük meg a Science Team 2015. évi téli találkozóját, 35 kutató, jellemzően intézetvezetők vagy kutatócsoport-vezetők részvételével. A CHEOPS tudományos tevékenységeihez kötődik a sikeres magyar-francia együttműködésünk, melynek keretében Sebastien Charnoz (Geofizikai Intézet, Párizs) magyarországi látogatását és Szabó M. Gyula franciaországi kutatóútját szerveztük meg.

A BigSkyEarth COST Action program Menedzsment Bizottsági tagjaként Szabó M. Gyula részt vett a projekt indításában, első két tudományos konferenciájának megszervezésében (2015. március: Belgrád, 2015. október: Dubrovnik), és az első egyhetes Big Data tehetséggondozási képzés megszervezésében.

Mészáros Szabolcs az APOGEE Core Science Team tagja, az APOGEE-2 programban külső résztvevő. Októbertől új munkatársunk, Szigeti László

is részt vesz az APOGEE-adatokon alapuló kutatásokban. Derekas Aliz a Kepler és a TESS Astroseismic Working Group RR Lyrae és cefeida munkacsoportjának vezetője lett. Mészáros Szabolcs egy hétig az Instituto de Astrofísica de Canarias vendégkutatója volt.

Csák Balázs, Cseh Borbála, Derekas Aliz és Szabó M. Gyula részt vett a Visegrádon megrendezett High-precision Studies of RR Lyrae Stars nemzetközi konferencián. Derekas Aliz két további konferencia szervezésében is részt vett (The KASC8/TASC1 Workshop, Aarhus; Science with BRITE-Constellation, Gdansk). Mészáros Szabolcs részt vett az SDSS-IV Collaboration Meeting rendezvényen, Madridban, Jankovics István pedig az Immo Appenzeller 80. születésnapjára Heidelbergben rendezett konferencián.

A hagyományos természettudományos diszciplínáink (asztrofizika, környezettudomány) művelésébe egyre nagyobb súllyal vonjuk be a legkorszerűbb alkalmazott matematikai és informatikai eszközöket (Big Data alkalmazások), és a tárgyévben indult „BigSkyEarth” című COST Action együttműködésünk keretében ezeket is fejlesztjük. Ennek megfelelően 2015-ben a Vas megyére vonatkozó területfejlesztési stratégiai és szakosodási anyagokba a Big Data technikák fejlesztése és alkalmazása is bekerült.

2015-ben referált folyóiratban 24 cikket közöltünk, több mint tíz posztert mutattunk be konferenciákon, és 9 előadást tartottunk. Részt veszünk az ELTE oktatási tevékenységében, munkatársaink 6 kredit csillagászati kurzust tartottak a fizikus- és csillagászképzés keretében (Csillagászati nagyprojektek, Digitális képfeldolgozás és színeképelemzés, Emissziós csillagok nagy felbontású spektroszkópiája). Az ELTE 2 BSc-, 2 MSc- és egy PhD-hallgatójának témavezetését végeztük. Bírálóként 3 PhD-védésben vettünk részt.

## Tudományos eredmények

### Csillagászati felmérések

2015-ben az APOGEE-1 lezárásaként (és felkészülve az APOGEE-2-re) számos publikáció született a program leírására, illetve az első tudományos eredmények ismertetésére. Az első csoportba tartozik a 12. Data Release részletes bemutatása, az APOGEE adatredukciós szoftverének leírása, a 12. Data Release APOGEE-adatainak ismertetése és a csillagok fizikai paraméterei minőségének vizsgálata, valamint a H sávhoz használt vonallista elkészítése. (Mészáros)

## Csillagkeletkezés és csillagfejlődés

2015-ben publikáltuk a 10 legfényesebb gömbhalmaz kémiai összetételének első konzisztens vizsgálatát az APOGEE adatait használva. Mind-egyik halmazban két csillaggenerációt találtunk, amelyek különböző időben keletkeztek. A populációk kémiaileg elkülönülnek, mert az első generációs csillagok belsejében végbemenő nukleáris fúzió megváltoztatja az összetételüket, ami a csillagok halálakor kikerül a csillagközi térbe. A második generációs csillagok pedig már a megváltozott összetételű felhőből keletkeznek. (Mészáros)

Felfedeztünk egy különleges fedési kettőscsillagot a Piskésetői Observatórium műszereivel. A rendszer érdekessége, hogy a komponensek hőmérséklete nagyon különböző, ezért az objektum a jelenleg ismert összes fedési kettőscsillagnál nagyobb fényességcsökkenést mutat a fedések alatt. Az egyik komponens egy nagyon forró (55 000 K) szubtörpe csillag, míg a kísérője egy hűvös (4500 K) vörös törpe, keringési periódusuk pedig 4,5 óra. A nagyon forró szubtörpe körülbelül 22 500 K-re melegíti a vörös törpe felé néző felszínét. Az analízishez a Kanári-szigeteken működő 4 m-es William Herschel és 10 m-es Gran Telescopio Canarias távcsövekre nyertünk mérési időt. A szubtörpe csillag érdekessége, hogy a paraméterei alapján már nem is klasszikus szubtörpe csillag, hanem éppen összehúzódik: a szubtörpe és fehér törpe állapot között van, ilyenre eddig egyetlen példát ismertünk csupán. (Derekas)

Részlet vettünk egy különleges csillag felfedezésében és analízisében. A KIC 8462852 csillag fényváltozásai a csillag előtt áthaladó objektumokra utalnak, azonban az egyedi jelenségek nem periodikusak, nagyságrendileg is változó mélységűek, eltérő lefutásúak, és gyakran egészen komplexek. Hasonló fényváltozást nem ismerünk. Lehetséges, hogy egy óriási üstökösfelhő szét-eső üstökösei okozzák a megfigyelt fényváltozást. (Csák, Kovács, Szabó)

## Stellárasztronómia

A kanadai MOST űrtávcsővel egy alaplómodusban (RT Aur) és egy első felhangban (SZ Tau) pulzáló cefeida változóról végeztünk méréseket. Míg a csillag alaplómodusú pulzációja meglehetősen stabil, az első felhangú cefeidáé ciklusról ciklusra változásokat mutat, csakúgy, ahogy azt korábban a V1154 Cyg esetén kimutattuk. Mindezek arra engednek következtetni, hogy a cefeidák felhangú pulzációja kevésbé stabil mind rövid, mind hosszú távon, mint alaplómodusban. (Derekas)

Folytattuk a spektroszkópiai programunkat, amelyben pulzáló csillagok körül keresünk kísérőket a GAO 50 cm-es távcsövével. A 2015-ös eredmények részben feldolgozás alatt vannak. Az AW Per és T Mon párapáramétereinek pontosítása közlés alatt van. Nemzetközi együttműkö-



désben (Philip A. Reed, Kutztown University) folyamatban van a V473 Lyrae Blazskó-effektust mutató cefeida spektroszkópiai vizsgálata. Az eltérő földrajzi szélességnek köszönhetően meglehetősen hosszú észlelési adatsorainkat a MOST űrobszervatórium fotometriai adataival egybevetve fogjuk közölni. (Csák, Cseh, Kovács, Derekas, Jankovics)

Kimutattuk, hogy a V1154 Cygni csillagnak nincs kísérője. A Kepler-űrtávcső látómezejében található egyetlen cefeida négy évet átfogó folyamatos fénygörbéjét analizáltuk. A korábban általunk kimutatott jelentős periódusfluktuációk mellett egy 158 napos ciklikus változás is detektálható, amely mind a periódusban, mind a fénygörbe alakjának változását jelző Fourier-paraméterekben jelen van. Új radiálissebesség-méréseket is végeztünk, amelyek pontos egyezést mutatnak a 2012-es mérésekkel. (Derekas, Csák, Kovács, Szabó)

### **A naprendszerek felépítése**

Az MTA CSFK CSI-vel együttműködve részt vettünk a Kepler-űrtávcső K2 programjának naprendszeres munkacsoportjában, a projektjavaslatok kidolgozásában, az objektumok pályázatában, a megfigyelésekben és a közlésben. További Neptunuszon túli objektumok és száz főöbéli kisbolygó fénygörbéjét mértük ki, amelyek jelenleg közlés alatt vannak. (Szabó)

Optimális stratégiát dolgoztunk ki exoholdak vagy exobolygók gyűrűinek megfigyelésére. A detektálási algoritmusok továbbfejlesztett változataiban a csillag konvekciós eredetű fényváltozásából eredő zajt is figyelembe vettük, és megállapítottuk, hogy ez a detektálási küszöböt nem csökkenti, de a hamis pozitív észlelések arányát jelentősen megnöveli.

Részt vettünk a HATS-6b meleg szaturnusz exobolygó felfedezésében, amely egy M törpe körül kering. A csillag ugyan halvány, de a számítások szerint a bolygó légköréről jobb jel/zaj viszonyú, K sávú transzmissziós színképet lehet készíteni, mint az eddig ismert bármiféle gázbolygóéról. Részt vettünk egy empirikus modellcsalád közlésében, amivel a kis tömegű fősorozati csillagok fundamentális paraméterei az eddigieknél lényegesen pontosabban becsülhetők. (Csák)

## **Közművelődési és tehetséggondozási tevékenység**

A természettudományos gondolkodás fejlesztésére rendszeresen tartottunk tárlatvezetéseket, esti bemutatókat az obszervatóriumban (részleges napfogyatkozás, Múzeumok Éjszakája, Kutatók Éjszakája). Rendszeresen rendhagyó fizikaórákat tartunk.

Szombathely közoktatási intézményeivel állandó és élő kapcsolatunk van. Célunk, hogy minden szombathelyi iskolás lehetőséget kapjon az obszervatórium és a tudománytörténeti gyűjtemény megismerésére is.

Részt vettünk a Mozaik Múzeumtúrában mint az egyik kiállítóhely. Ennek köszönhetően a Magyarország múzeumait bemutató kiadványban egy oldalnyi terjedelemben szerepel a Gothard Obszervatórium. A Mozaik Múzeumtúra 2016-ban megújult formában folytatódik, együttműködésünket folyamatosan fenntartjuk.

Az év során 1374 látogató tekintette meg kiállításunkat és esti bemutatóinkat, Ezenkívül 1100-an vettek részt a részleges napfogyatkozás bemutatóján a Bolyai Gimnáziumban, és nagyjából százan az obszervatóriumba is kilátogattak ugyanerre az eseményre.

Az 1886 és 1905 között Gothard Jenő által készített fotólemezek archiválása nagyrészt megtörtént. Mintegy 550 lemezt digitalizáltunk és katalogizáltunk az év folyamán. A digitalizált lemezeknek egy része bekerül a Wide-Field Plate Database online adatbázisba, amely a csillagászati fotólemezek archívuma.

Gothard Jenő asztrofotográfiai munkásságát vándorkiállítás formájában is bemutattuk. A kiállítás gerincét 30, eddig még nem közölt kép digitalizálása és rekonstrukciója adja, amit A2 méretben, hátulról világított kivetelben állítottunk ki, Gothard néhány tárgyi eszközével együtt.

Magyarra fordítottunk két könyvet (Thorne, K. S.: Az Interstellar és a tudomány, Európa Könyvkiadó; Gaensler, B.: Szélsőséges Világegyetem, Geobook Hungary Kiadó). Thorne művében a tárgyszerű ismeretterjesztés mellett megjelenik a film mint tudományos ismeretterjesztő műfaj és annak olvasmányos kritikája. A fordító, Kovács József, „Az Interstellar és a tudomány” című előadásával rendszeresen országszerte képviseli a Gothard Obszervatóriumot, alkalmanként sok száz érdeklődő előtt.

Idén 135 éve, hogy Magyarországon először (a világon harmadszor) 1880-ban Szombathelyen elvégezték a Foucault-féle ingakísérletet. A jubileum alkalmából a Messzehangzó Tehetségek Alapítvány szervezésében Budapesten 2015. november 9–14. között a Mammot Bevásárló és Szórakoztató Központban ismételtük meg a Foucault-inga-kísérletet. Az előzetesen regisztrált osztályok látogatói létszáma 492, és legalább további ezer arra járó tekintette meg az eseményt.

2015 februárjában a szombathelyi Gothard Jenő Általános Iskolával közösen csillagászati vetélkedőt rendeztünk az általános iskola 3-4. osztályos tanulói számára. Az egyre nagyobb népszerűségnek örvendő vetélkedőn 36 diák vett részt. 2015 októberében Kovács József vezetésével csillagászati olimpiai felkészítő szakkör indult az obszervatóriumban. Vincze

Ildikó vezetésével töretlenül sikeres az általános iskolai és a középiskolai korosztályt megcélzó természettudományos szakkör.

2015 márciusában *A fizika mindenkié programsorozat* részeként Naprend-szer-modellt állítottunk föl az obszervatóriumban, és egész napos Nap-bemutatást szerveztünk. A rendezvénynek igen kedvező visszhangja volt, Kovács József bejelentkezését élőben kapcsolta az M1 televízió.

## Fejlesztések

2015-ben megépítettük az obszervatórium tulajdonában lévő 15 cm-es Zeiss-akromát felhasználásával új bemutató távcsövünket. A műszer a 60 cm-es tükörátmérőjű Zeiss Cassegrain-teleszkóppal egy időben használható. Ezzel a fejlesztéssel lehetővé vált, hogy

- egyszerre három távcsövön keresztül tudjuk bemutatni a Holdat, a bolygókat és a világűr objektumait;
- így jelentősen megnőtt az obszervatórium fogadókapacitása;
- a lencsés műszer képalkotása turbulens időben is kiváló, így kevésbé kedvező időjárási viszonyok esetén is tudunk csillagászati bemutatót tartani.

2015 nyarán megvalósult az obszervatórium teljes gépészeti felújítása és a hallgatók, vendégkutatók fogadására kialakított részleg felújítása, valamint elkezdtük a kiállítótér felújítását. E fejlesztéseknek köszönhetően mind a Gothard Tudománytörténeti Gyűjtemény, mind a csillagászati bemutatók helyszínéül szolgáló kupola teljesen megújult formában várhatja látogatóit.

## Szerzőink, közreműködőink

BAGÓ BALÁZS, amatőr csillagász

BALÁZS LAJOS, az MTA doktora, professor emeritus, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

BARNA BARNABÁS, PhD-hallgató, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

BENKŐ JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

BUTUZA TAMÁS, amatőr csillagász, informatikus

HEGEDŰS TIBOR, PhD, igazgató, SZTE Bajai Obszervatóriuma

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász

KERESZTURI ÁKOS, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

KERNYA JÁNOS GÁBOR, amatőr csillagász, tanár

KISS ÁRON KEVE, PhD, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

KISS LÁSZLÓ, az MTA levelező tagja, igazgató, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium

MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára

MOLNÁR PÉTER, amatőr csillagász, MCSE-titkár

NAGY ANDREA, tudományos segédmunkatárs, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

ORDASI ANDRÁS, PhD-hallgató, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőr csillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, PhD-hallgató, tudományos segédmunkatárs, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABADI PÉTER, amatőr csillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, professor emeritus, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium

SZABÓ RÓBERT, PhD, igazgatóhelyettes, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

SZALAI TAMÁS, PhD, tudományos munkatárs, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

SZATMÁRY KÁROLY, az MTA doktora, egyetemi tanár, SZTE Kísérleti Fizika Tanszék

SZÖLLŐSI ATTILA, amatőr csillagász, az MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője

VINKÓ JÓZSEF, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

## A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessejenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoportjaink tevékenységébe.

### Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

### Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőr csillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

### Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)

---

## Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2017

Név: .....

Cím: .....

Szül. dátum: ..... E-mail: .....

A rendes tagdíj összege nem változott, 2017-re is 7300 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2017 és a Meteor című havi folyóirat 2017-es évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.



# TÁRULJ, TÁRULJ VILÁG!



**Sky-Watcher**

## Minden SkyWatcher távcső árából 5% kedvezményt biztosítunk a Magyar Csillagászati Egyesület tagjainak.

A Budapesti Távcső Centrum megállapodást kötött a Magyar Csillagászati Egyesülettel, melynek értelmében 2017. december 31-ig az Egyesület tagjai kedvezményben részesülhetnek. A kedvezmény mértéke 5% és SkyWatcher márkájú távcsövekre, távcsőtubusokra, mechanikákra vonatkozik. A kedvezmény kizárólag a BTC üzletében történő személyes vásárláskor érvényes. Az aktív tagság meglétét az üzlet munkatársai minden esetben ellenőrzik, ehhez szükséges a tagsági szám, a születési idő valamint az irányítószám megadása.

**WWW.TAVCSO.HU**

Budapest  
XII. Városmajor u. 21.  
egy percre a Déli  
pályaudvartól

telefon (1) 202 5651, (20) 484 9300  
fax (99) 332 548  
nyitva H-P: 10-18H, SZO: 9-13H  
email info@tavcsu.hu

Sky-Watcher

acuter

DELTA  
OPTICAL

CELESTRON

LACERTA

MEADE

DIPOL

www.tavcsu.hu

ZEISS

B'TREK

CORONADO

AstroMedia

Mikro

YUKON

ES OPTICAL

Astronemik

TeleVue



ISSN 0866-2851



9770866 285002



Ár: 3000 Ft